পশ্চিমবঙ্গ মধ্যশিক্ষা পর্ষৎ কর্তৃক উচ্চতর মাধ্যমিক এবং বহুমুখী বিদ্যালয় সমূহের নির্ধারিত পাঠ-সূচী অনুযায়ী লিখিত।

রসায়ন প্রবেশ

[দ্বিতীয় খণ্ড]

ডাঃ শিশির কুমার সিংহ, এম্. এস্.-সি., ডি. ফিল্ ;
ডব্লিউ. বি. ই. এস্
দার্জিলিং গভর্নমেণ্ট কলেজের রসায়নশাস্ত্রের প্রধান অধ্যাপক

ইউনিয়ন পাবলিশার্স
৩৮, সূর্যসেন স্ট্রীট
[পূর্বতন মির্জাপুর স্ট্রীট]
কলিকাতা-৯

প্রকাশক :
এ. কর
ইউনিয়ন পাবলিশার্স
৩৮, সূর্যসেন স্ট্রীট
কলিকাতা-৯

প্রথম প্রকাশ, ফাল্গুন ১৩৬১

মূল্য ঃ ৩.৫০ ন. প.

মুদ্রক :
শ্রীকার্তিকচন্দ্র পাণ্ডা
মুদ্রণী
৭১ কৈলাস বোস স্ট্রীট
কলিকাতা-৬

সূচীপত্র

রসায়ন প্রবেশ

দ্বিতীয় খণ্ড

প্রথম অধ্যায়

কার্বন (অঙ্গারক)

চিহ্ন, C ; পারমাণবিক গুরুত্ব 12·01 ; পরমাণু-ক্রমাঙ্ক 6

যে সমস্ত পদার্থ দ্বারা মানবদেহ এবং অন্যান্য প্রাণী ও উদ্ভিদ্‌দেহ গঠিত, তাহাদের অধিকাংশই কার্বন-যৌগ। কার্বনের ন্যায় এত অধিকসংখ্যক যৌগ আর কোনো মৌল গঠন করে না। সেইজন্য কার্বন ও তাহার যৌগসমূহের আলোচনাকে **জৈব-রসায়ন** (Organic Chemistry) নামে রসায়নের একটি পৃথক শাখার অন্তর্ভুক্ত করা হইয়াছে

খনির মধ্যে মৌলাবস্থায় প্রচুর কার্বন পাওয়া যায়। **কয়লার** অধিকাংশই মৌলিক কার্বন। ইহা অপেক্ষা বিশুদ্ধতর কার্বন পাওয়া যায় **গ্রাফাইটে** (Graphite), যে গ্রাফাইট দ্বারা তোমাদের পেন্সিলের সীস তৈয়ারী হয়। প্রাকৃতিক কার্বনের বিশুদ্ধতম রূপ **হীরক** বা **ডায়মণ্ড** (Diamond)। শুনিলে আশ্চর্য বোধ হয় যে, হীরকের ন্যায় বহুমূল্য প্রস্তর কয়লারই স্বগোত্র! উভয়েই কার্বনের রূপভেদ মাত্র।

যৌগ অবস্থায় গাছপালা, জীবজন্তু প্রভৃতির দেহে, চক্, চুনাপাথর, মার্বেল প্রভৃতি প্রস্তরে, খনিজ পেট্রোলে ও বাতাসের CO_2 গ্যাসে প্রচুর কার্বন বিদ্যমান।

কার্বনের বহুরূপতা : সাল্‌ফার এবং ফস্‌ফরাসের ন্যায় মৌলিক কার্বনেরও নানা রূপ দেখা যায়। ইহাদের মধ্যে **হীরক** এবং **গ্রাফাইট**—এই দুইটি স্ফটিকাকার, অন্যগুলি অনিয়তাকার (amorphous)।

কার্বন

- স্ফটিকাকার (Crystalline)
  - হীরক (Diamond)
  - গ্রাফাইট (Graphite)
- অনিয়তাকার (Amorphous)
  - চারকোল বা অঙ্গার
  - কোক্
  - গ্যাসকার্বন
  - ভূসা কয়লা (Soot বা ঝুল-কালি)

এক্স্-রশ্মি দ্বারা পরীক্ষা করিয়া জানা গিয়াছে যে, সমস্ত অনিয়তাকার কার্বন প্রকৃতপক্ষে অতি ক্ষুদ্র গ্রাফাইট স্ফটিক দ্বারা গঠিত। সুতরাং হীরক এবং গ্রাফাইট—এই দুইটিই কার্বনের প্রকৃত রূপভেদ (allotropic modifications) বলিয়া গ্রাহ্য, অন্যগুলি গ্রাফাইটের সহিত অভিন্ন।

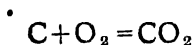
হীরক (Diamond)ঃ দক্ষিণ আফ্রিকা, ব্রেজিল ও ভারতবর্ষে হীরকের খনি আছে। খনির মধ্যে ইহা 'অষ্টতলক' (octahedral) স্ফটিক রূপে থাকে। পরে ঔজ্জ্বল্য বৃদ্ধির জন্য ইহাকে কাটিয়া পালিশ করিয়া নূতন আকার দেওয়া হয়।

স্বাভাবিক হীরক

পালিশকরা হীরক

হীরকের ধর্ম : কার্বনের বিভিন্ন রূপের মধ্যে হীরক সর্বাপেক্ষা ভারী। ইহার ঘনত্ব 3·5। বস্তুসমূহের মধ্যে কঠিনতম (hardest) বলিয়া ইহা কাচ কাটা এবং পাথর পালিশ করিবার কাজে ব্যবহৃত হয়। ইহার 'প্রতিসরাঙ্ক'ও (refractive index) খুব উচ্চ। কাচের মধ্যে এক্স্-রশ্মির গতি ব্যাহত হয়, কিন্তু হীরকের মধ্যে অব্যাহত থাকে। সেইজন্য এক্স্-রশ্মির সাহায্যে আসল ও নকল হীরার মধ্যে পার্থক্য করা যায়। ইহা তাপ এবং বিদ্যুৎ পরিবহন করে না।

হীরক সহজে কোনো রাসায়নিক ক্রিয়ায় অংশ গ্রহণ করে না। অক্সিজেন গ্যাস বা বাতাসে অধিক উত্তপ্ত করিলে ইহা জারিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।



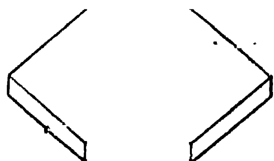
$$C+O_2=CO_2$$

ব্যবহার : উজ্জ্বল দ্যুতির জন্য হীরক রত্ন হিসাবে বিশেষ সমাদৃত। হীরকের জন্য পৃথিবীতে কত ষড়যন্ত্র, যুদ্ধ ও নরহত্যা হইয়াছে তাহার ইয়ত্তা নাই। কোহিনুরের নাম তোমরা সকলেই শুনিয়াছ। এই কোহিনুরের লোভে নাদির শাহ্ দিল্লী নগরীকে শ্মশানে পরিণত করিয়াছিলেন। কোহিনুর ব্যতীত পৃথিবীবিখ্যাত অন্যান্য হীরকের মধ্যে 'কালিনান' এবং 'হোপ' বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

কার্বনেডো (carbonado) নামে একপ্রকার কৃষ্ণবর্ণ, নিকৃষ্ট শ্রেণীর হীরক কাচ কাটা ও পালিশ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

কৃত্রিম হীরক (artificial diamond) : ১৮৯৩ খৃস্টাব্দে ফরাসী বৈজ্ঞানিক ময়সা কৃত্রিম উপায়ে অতি ক্ষুদ্র হীরকখণ্ড প্রস্তুত করেন। গলিত লোহে কার্বন সহজেই দ্রবীভূত হয়। এইরূপ গলিত লোহ গলিত সীসার মধ্যে ডুবাইয়া সহসা শীতল করিলে অতিরিক্ত চাপ ও উত্তাপে কার্বন ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র হীরকখণ্ডে পরিণত হয়। পরে লৌহপিণ্ডটি হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া উহা হইতে হীরক উদ্ধার করা হয়। এইভাবে প্রাপ্ত হীরক এত ক্ষুদ্র (0·5 মি. মি. ব্যাস) যে, রত্ন হিসাবে তাহার কোনো মূল্য নাই।

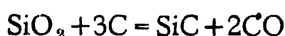
গ্রাফাইট : সিংহল, চেকোস্লোভাকিয়া, সাইবেরিয়া, ব্যাভেরিয়া, আমেরিকা-যুক্তরাষ্ট্র প্রভৃতি দেশে গ্রাফাইটের খনি আছে। খনির মধ্যে ইহা ষট্-কোণী স্ফটিকের আকারে পাওয়া যায়। ইহার ঘনত্ব 2·5। কোমল ও পিচ্ছিল, এবং কাগজের উপর



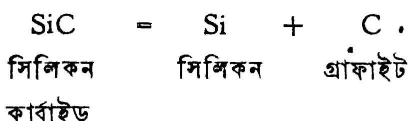
গ্রাফাইট-স্ফটিক

কালো দাগ কাটে বলিয়া ইহা পেন্সিলের সীস তৈয়ারীর জন্য ব্যবহৃত হয়। **ইহা তাপ ও বিদ্যুৎ-পরিবাহী।**

কৃত্রিম গ্রাফাইট : বিদ্যুৎ-শক্তি সুলভ হইলে (যেমন, আমেরিকা-যুক্তরাষ্ট্রের নায়াগ্রা অঞ্চলে) কোক্ এবং সিলিকার মিশ্রণকে বৈদ্যুতিক চুল্লীতে উত্তপ্ত করিয়া (প্রায় 3,000° সে. গ্রে. পর্যন্ত) গ্রাফাইটে পরিণত করা হয়। সম্ভবত সিলিকা এবং কার্বনের বিক্রিয়ার ফলে প্রথমে সিলিকন কার্বাইড (SiC) হয়, পরে সিলিকন কার্বাইড বিযোজিত হইয়া সিলিকন ও গ্রাফাইটে পরিণত হয়।



$$SiO_2 + 3C = SiC + 2CO$$



$$SiC = Si + C.$$

গ্রাফাইটের ধর্ম : ইহা হীরক অপেক্ষা অধিক সক্রিয়। বাতাসে উত্তপ্ত করিলে ইহা পুড়িয়া CO_2-এ পরিণত হয়। লঘু অ্যাসিড অথবা ক্ষারে ইহা অদ্রাব্য, কিন্তু গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডে ফুটাইলে ইহা হইতে গ্রাফিটিক অ্যাসিড (Graphitic acid) নামক একপ্রকার অ্যাসিড উৎপন্ন হয়।

ব্যবহার : লেড্-পেন্সিলের সীস, অতিরিক্ত তাপ-সহ খর্পর, তড়িদ্-বিশ্লেষণের জন্য তড়িৎ-দ্বার প্রভৃতি প্রস্তুতির জন্য প্রচুর গ্রাফাইট ব্যবহৃত হয়। যন্ত্রপাতি তৈলাক্ত করিবার (lubrication) জন্য তৈলের সহিত সূক্ষ্ম গ্রাফাইট-চূর্ণ মিশ্রিত করা হয়।

অনিয়তাকার কার্বন (Amorphous Carbon)

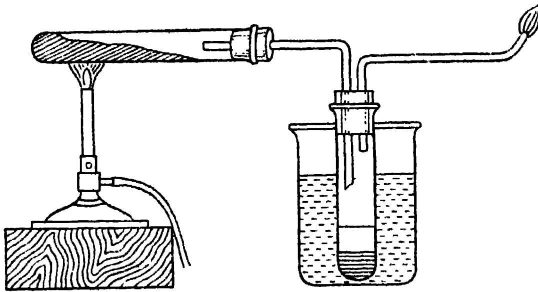
পূর্বেই বলা হইয়াছে যে কোক্, চারকোল, গ্যাস-কার্বন প্রভৃতি তথাকথিত অনিয়তাকার কার্বন প্রকৃতপক্ষে গ্রাফাইট-স্ফটিক দ্বারাই গঠিত। তথাপি বিশেষ গঠনের জন্য ইহাদের মধ্যে কতকগুলি স্বতন্ত্র গুণ দেখা যায়।

কোক্ এবং কোল (Coke and Coal) ঃ ভূগর্ভে প্রোথিত উদ্ভিদ্‌দেহ প্রচণ্ড চাপ ও উত্তাপের ফলে ধীরে ধীরে কয়লায় পরিণত হয়। পরিবর্তনের স্তর অনুসারে নানা শ্রেণীর কয়লা পাওয়া যায়।

নাম	কার্বনের শতকরা হার
১। পীট্ (Peat)	60
২। লিগ্‌নাইট্ (Lignite)	78
৩। বিটুমিনাস্ (Bituminous)	83
৪। অ্যান্‌থ্রাসাইট্ (Anthracite)	90

অ্যান্‌থ্রাসাইট্‌ই সর্বাপেক্ষা বিশুদ্ধ কয়লা। কয়লার অন্তর্ধূম-পাতন (Destructive distillation) করিলে যে শক্ত কালো পদার্থ অবশিষ্ট থাকে তাহাকে **কোক্ (Coke)** বলে।

পরীক্ষা : একটি শক্ত কাচের পরীক্ষা-নলে কিছুটা গুঁড়াকয়লা লইয়া উত্তপ্ত কর। এই পরীক্ষা-নলের সহিত সংযুক্ত একটি বক্র নির্গম-নলকে শীতলজল-পূর্ণ বীকারে নিমজ্জিত আরেকটি পরীক্ষা-নলের মধ্যে



কয়লার অন্তর্ধূম-পাতন

প্রবেশ করানো হয়। এই দ্বিতীয় পরীক্ষা-নলের সহিত একটি সূক্ষ্মাগ্র কাচনল সংযুক্ত থাকে। কয়লাকে কিছুক্ষণ উত্তপ্ত করিলে দেখিবে, ইহা হইতে চারিপ্রকার পদার্থ উৎপন্ন হইবে।

(১) উত্তপ্ত নলে কৃষ্ণবর্ণ কঠিন পদার্থ—**কোক্**।

দ্বিতীয় নলে ঘনীভূত তরল পদার্থের দুইটি স্তরের,

(২) নিম্নস্তরটি—**আলকাতরা**;

(৩) উপরিস্তর—জলবৎ তরল পদার্থ—**অ্যামোনিয়া-জল** (Ammoniacal liquor) নামে পরিচিত।

(৪) সূক্ষ্মাগ্রনল হইতে বাহির হয় এক প্রকার **গ্যাস**। নলের মুখে জ্বলন্ত দেশলাইয়ের কাঠি ধরিলে গ্যাসটি জ্বলিতে থাকে।

কোকের ব্যবহার : বিনা ধূমে জ্বলিয়া প্রচুর তাপ উৎপাদন করে বলিয়া কোক্ জ্বালানী হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

গ্যাস-কার্বন (Gas Carbon) : অন্তর্ধূম-পাতন দ্বারা কয়লা হইতে কোল্ গ্যাস (Coal gas) প্রস্তুতের সময় পাতন-চোঙার ভিতরের গাত্রে যে কৃষ্ণবর্ণ কঠিন পদার্থ সঞ্চিত হয়, তাহাই গ্যাস-কার্বন। উত্তম **বিদ্যুৎ-পরিবাহী** বলিয়া ইহা তড়িৎ-দ্বার প্রস্তুতির জন্য ব্যবহৃত হয়।

ভুসা কয়লা (Lamp black) : অপ্রচুর বায়ুতে কোনো কার্বন-যৌগ পুড়িলে তাহা হইতে যে কৃষ্ণধূম নির্গত হয়, তাহাতে সূক্ষ্ম কার্বন-চূর্ণ থাকে। চটবস্ত্র বা দেওয়ালের গায়ে লাগিয়া উহা ভুসা কয়লা বা 'ঝুল' (Soot) উৎপন্ন করে।

জুতার কালি, ছাপার কালি প্রভৃতি প্রস্তুতির জন্য এবং সাধারণভাবে কালো রঞ্জক হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

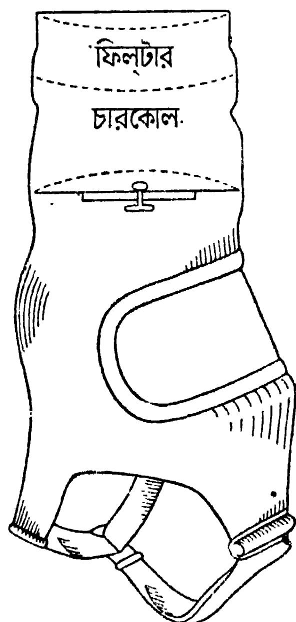
উদ্ভিজ্জ-অঙ্গার বা কাঠকয়লা (Wood Charcoal) : অপ্রচুর বায়ুতে কাঠ পোড়াইলে কালো কাঠকয়লা বা অঙ্গার পড়িয়া থাকে। এইরূপে কাঠকয়লা প্রস্তুত করিলে কাঠের মধ্যস্থিত অনেক মূল্যবান উদ্বায়ী পদার্থের অপচয় হয় বলিয়া অনেক সময় লৌহনির্মিত পাতন-চোঙায় কাঠের অন্তর্ধূম-পাতন দ্বারা কাঠকয়লা প্রস্তুত করা হয়।

কাঠকয়লার ধর্ম : কাঠকয়লা কৃষ্ণবর্ণ কঠিন পদার্থ। ইহার ঘনত্ব 1·5; অর্থাৎ ইহা জল অপেক্ষা ভারী। কিন্তু জলে কাঠকয়লার একটি টুকরা ফেলিয়া দিলে তাহা ভাসিতে থাকে। তাহার কারণ কাঠকয়লা অসংখ্য সূক্ষ্ম ছিদ্রযুক্ত। এই সকল ছিদ্র বায়ুপূর্ণ থাকায় কাঠকয়লা জলে

ভাসিয়ে থাকে। নিম্নলিখিত পরীক্ষাটি করিলে কাঠকয়লা যে জল অপেক্ষা ভারী তাহা বুঝিতে পারিবে।

পরীক্ষা : এক টুকরা কাঠকয়লাকে লোহিত-তপ্ত করিয়া জলে ডুবাইয়া চিমটার সাহায্যে জলের নীচে ধরিয়া রাখা হয়। ইহার ফলে ছিদ্রগুলি সমস্ত জলপূর্ণ হইয়া যায় বলিয়া পরে ছাড়িয়া দিলেও ইহা আর ভাসিয়া উঠে না।

অন্যান্য ধর্মের মধ্যে কাঠকয়লার **গ্যাস-শোষণ-ক্ষমতাই** সর্বাপেক্ষা উল্লেখযোগ্য। এই গ্যাস-শোষণ-ক্ষমতার জন্য ইহা গ্যাস-মুখোস নির্মাণে ব্যবহৃত হয়। পেটের মধ্যে সঞ্চিত 'বায়ু' দূর করার জন্য ঔষধ হিসাবে 'অঙ্গার-বটিকা' ব্যবহৃত হয়।



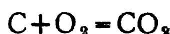
গ্যাস মুখোস

প্রাণীজ অঙ্গার (Animal Charcoal) : জীবজন্তুর হাড়ের অন্তর্ধূম-পাতন করিলে হাড়গুলি কালো অঙ্গারে পরিণত হয়। ইহাকে **প্রাণীজ অঙ্গার** বলে। ইহা বিশুদ্ধ কার্বন নহে; ইহার মধ্যে কিছু ক্যাল্সিয়াম ফস্ফেট [$Ca_3(PO_4)_2$] থাকে। প্রাণীজ অঙ্গারের যথেষ্ট শোষকগুণ দেখা যায়। বিশেষ করিয়া রঙীন দ্রবণ হইতে রং শোষণ করিয়া দ্রবণটি বর্ণহীন করে বলিয়া শর্করা-শিল্পে ইহা ব্যবহৃত হয়। ইহার সাহায্যে অশোধিত চিনির দ্রবণ হইতে লালচে রং দূর করিয়া সাদা চিনি প্রস্তুত করা হয়।

...... ম্যাজেণ্টা রংয়ের অথবা লিটমাসের লঘু দ্রবণকে অঙ্গার-চূর্ণের সহিত ফুটাইয়া ছাঁকিয়া লইলে যে পরিস্রুৎ পাওয়া যায়, তাহা প্রায় বর্ণহীন হয়।

কার্বনের ধর্ম ঃ বিভিন্ন প্রকার কার্বনের ভৌত ধর্মের বিবরণ পূর্বে দেওয়া হইয়াছে। কার্বন হইতে লক্ষ লক্ষ যৌগ গঠিত হইলেও কার্বনের নিজের রাসায়নিক সক্রিয়তা অপেক্ষাকৃত কম। **ক্ষার-দ্রবণ** এবং অধিকাংশ **অ্যাসিডেই** ইহা অপরিবর্তিত থাকে।

সকল প্রকার কার্বনই **বাতাসে** উত্তপ্ত করিলে জারিত হইয়া কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। ইহাদের মধ্যে হীরক 850°, গ্রাফাইট 650° এবং অনিয়তাকার কার্বন 500° সে. গ্রে. পর্যন্ত উত্তপ্ত করিলে জ্বলিতে থাকে।



$$C+O_2=CO_2$$

সাল্‌ফারের সহিতও ইহা প্রত্যক্ষভাবে সংযুক্ত হয়। লোহিত-তপ্ত কোক্-এর উপর দিয়া সাল্‌ফার-বাষ্প প্রবাহিত করিলে কার্বন ডাই-সাল্‌ফাইড (CS_2) উৎপন্ন হয়।



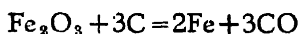
$$C+S_2=CS_2$$

কার্বনের অন্যান্য গুণের মধ্যে ইহার বিজারণ-ক্ষমতা বিশেষ উল্লেখযোগ্য। উত্তপ্ত অঙ্গারের উপর দিয়া স্টীম প্রবাহিত করিলে কার্বন-মনোক্সাইড (CO) ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।

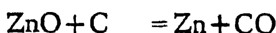


$$C+H_2O=CO+H_2$$

কার্বনের সহিত উত্তপ্ত করিলে বহু ধাতব অক্সাইড বিজারিত হইয়া ধাতুতে পরিণত হয়।

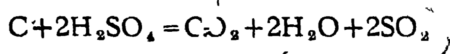


$$Fe_2O_3+3C=2Fe+3CO$$



$$ZnO+C=Zn+CO$$

গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত ফুটাইলে সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড বিজারিত হইয়া SO_2-এ পরিণত হয়।



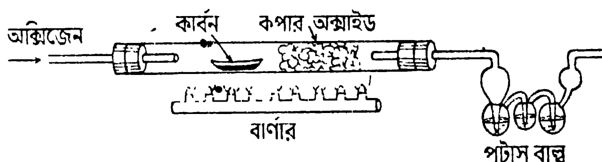
$$C+2H_2SO_4=CO_2+2H_2O+2SO_2$$

কার্বনের রূপভেদগুলি সকলেই কার্বন

গ্রাফাইট, হীরক, অঙ্গার প্রভৃতি সকলেই অক্সিজেনে পুড়িয়া CO_2 উৎপন্ন করে এবং সমপরিমাণ ওজন লইলে উৎপন্ন CO_2-এর পরিমাণও

সমান হইয়া থাকে। ইহা হইতে বোঝা যায় যে ইহারা সকলেই কার্বনের রূপভেদ মাত্র।

পরীক্ষা ঃ একটি ক্ষুদ্র পর্সেলীন নৌকায় কোনো একপ্রকার কার্বন (ধর, গ্রাফাইট) লইয়া নৌকাটির ওজন লওয়া হয়। অতঃপর নৌকাটি 'দাহ-নলে'র (combustion tube) মধ্যে রাখা হয়। দাহ-নলের অপর প্রান্ত কপার অক্সাইডের (CuO) ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র দানা দ্বারা পূর্ণ থাকে। এখন



কার্বনের রূপভেদগুলি সকলেই কার্বন

উত্তপ্ত কার্বনের উপর অক্সিজেন গ্যাস প্রবাহিত করিলে CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হইবে। যদি কিছু CO হইয়া থাকে তাহাও উত্তপ্ত কপার-অক্সাইড (CuO) দ্বারা CO_2-এ জারিত হইবে। উৎপন্ন CO_2 দাহ-নলের প্রান্ত-সংলগ্ন কস্টিক-পটাস বাল্বে শোষিত হয়।

পরীক্ষার পর পর্সেলীন নৌকার ওজন হ্রাস হইতে জারিত কার্বনের পরিমাণ এবং পটাস বাল্বের ওজন বৃদ্ধি হইতে উৎপন্ন CO_2-এর ওজন পাওয়া যায়।

পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে কার্বনের যে রূপভেদই লওয়া হউক, **1 গ্রাম্ কার্বন হইতে সর্বদাই 3·67 গ্রাম্ কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হয়।**

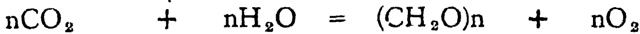
কার্বনের অক্সিজেন যৌগ

কার্বন মনোক্সাইড (CO) এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) নামক কার্বনের দুইটি গ্যাসীয় অক্সাইড আছে।

কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) ঃ বায়ুমণ্ডলীর আয়তনের শতকরা প্রায় 0·04 ভাগ কার্বন ডাই-অক্সাইড। ঝরনা ও প্রস্রবণের জলে অনেক

সময় CO_2 দ্রবীভূত থাকে। কাঠ, কয়লা, পেট্রোল এবং অন্যান্য নানা কার্বন-যৌগ দহনের ফলে প্রতিনিয়ত প্রচুর CO_2 উৎপন্ন হয়। জৈব পদার্থের পচন ও জীবজন্তুর শ্বাস-প্রশ্বাসের দ্বারাও বায়ুমণ্ডলীতে CO_2-এর মাত্রা বৃদ্ধি পায়।

এইরূপ চলিতে থাকিলে অবশ্যই কিছুকাল পরে সমস্ত বায়ুমণ্ডলী CO_2 গ্যাসে পূর্ণ হওয়ার ফলে পৃথিবী জীব-বাসের অযোগ্য হইয়া পড়িত। কিন্তু সৌভাগ্যক্রমে CO_2 উদ্ভিদের খাদ্য হওয়ায় উহারা বায়ু হইতে উক্ত গ্যাস শোষণ করিয়া ইহার মাত্রাধিক্য ঘটিতে দেয় না। উদ্ভিদেরা বায়ু হইতে CO_2 ও জলীয় বাষ্প শোষণ করিয়া সূর্যালোকে **সবুজ মিহি কণার (Chlorophyll)** সাহায্যে শর্করাজাতীয় খাদ্য বা স্টার্চ প্রস্তুত করে। এই সময় উহারা CO_2-এর কার্বন লইয়া অক্সিজেন ছাড়িয়া দেয়।

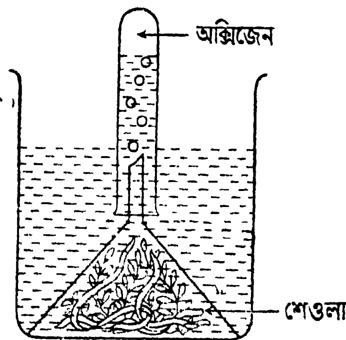


$$nCO_2 + nH_2O = (CH_2O)n + nO_2$$

কার্বন ডাই-অক্সাইড   জল   স্টার্চ   অক্সিজেন

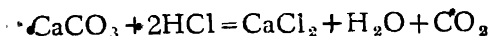
এইরূপে প্রাণী ও উদ্ভিদ্‌জগৎ পরস্পরের যুগ্ম প্রচেষ্টায় বায়ুর উপাদানের হার স্থির রাখে।

পরীক্ষা ঃ একটি জলপূর্ণ বীকারে কিছু পাটা-শেওলা বা ঐ জাতীয় কোনো উদ্ভিদ্ রাখিয়া তাহার উপর একটি ফানেল চাপা দিয়া ফানেলের প্রান্তে একটি জলপূর্ণ পরীক্ষা-নল উপুড় করিয়া দেওয়া হয়। বীকারটি কিছুক্ষণ **সূর্যালোকে** রাখিলে শেওলা হইতে বুদ্‌বুদাকারে গ্যাস উঠিয়া পরীক্ষা-নলের মধ্যে সঞ্চিত হইতে থাকে। গ্যাসটির মধ্যে নিবন্ত-প্রায় একটি পাটকাঠি প্রবিষ্ট করাইলে পাটকাঠিটি পুনরায় জ্বলিয়া উঠে। ইহা হইতে বোঝা যায়, উদ্ভিদ্ হইতে নির্গত গ্যাসটি **অক্সিজেন**।



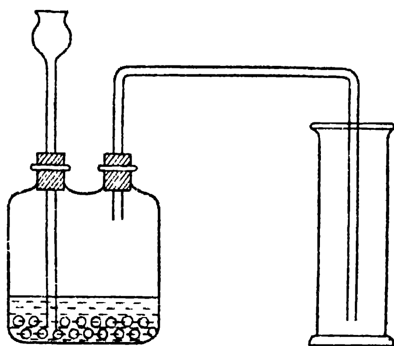
উদ্ভিদ্ কর্তৃক অক্সিজেন ত্যাগ

কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুতি ঃ ধাতব কার্বনেটের সহিত অ্যাসিডের বিক্রিয়ার ফলে CO_2 উৎপন্ন হয়। ল্যাবরেটরিতে সাধারণত মার্বেলের ($CaCO_3$) উপর লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ক্রিয়া দ্বারা কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।



$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

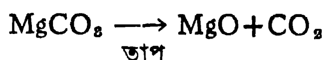
থিসিল-ফানেল ও নির্গম-নল-যুক্ত একটি উল্ফ বোতলে মার্বেলের ছোট ছোট টুকরা লইয়া থিসিল-ফানেলের সাহায্যে বোতলের মধ্যে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢালিয়া দেওয়া হয়। উৎপন্ন CO_2 গ্যাস নির্গম-নল দিয়া বাহিরে আসিলে বায়ুর উর্ধ্বাপসারণ দ্বারা গ্যাস সঞ্চয় করা হয়। জলের অপসারণ দ্বারাও CO_2 সঞ্চয় করা যায়। কিন্তু ইহাতে প্রথমে কিছু গ্যাস জলে দ্রবীভূত হইবে। ল্যাবরেটরিতে ইচ্ছামত CO_2 পাইতে হইলে কিপ্-যন্ত্র (Kipp's Apparatus) ব্যবহার করিতে হয়। কিপ্‌যন্ত্রের মধ্য-গোলকে মার্বেলের টুকরা এবং উপরের গোলকে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড লওয়া হয়।



কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুতি

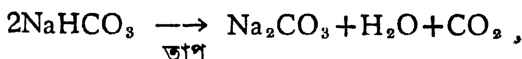
এই প্রক্রিয়ায় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের বদলে সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করিলে মার্বেলের উপর **অদ্রবণীয় ক্যাল্‌সিয়াম সাল্‌ফেটের** ($CaSO_4$) আবরণ পড়ায় কিছুক্ষণ পরেই রাসায়নিক ক্রিয়া বন্ধ হইয়া যায়। সেইজন্য সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা উচিত নয়।

সোডিয়াম ও পটাসিয়াম ব্যতীত অন্য সমস্ত ধাতব কার্বনেটই উত্তপ্ত করিলে CO_2 ত্যাগ করে।



$$MgCO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} MgO + CO_2$$

সোডিয়াম এবং পটাসিয়াম বাই-কার্বনেট উত্তপ্ত করিলে CO_2 দেয়।



$$2NaHCO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2 ,$$

শিল্প-পদ্ধতি ঃ চুন-ভাটিতে চুনাপাথর ($CaCO_3$) উত্তপ্ত করিয়া চুন (CaO) প্রস্তুতিকালে অতিরিক্ত উৎপন্নদ্রব্য হিসাবে CO_2 পাওয়া যায়। সুরা প্রস্তুতকালে সুরাসারের (Yeast) প্রভাবে চিনির রস গাঁজিয়া সুরা (alcohol) এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।

ধর্ম ঃ কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) বাতাস অপেক্ষা ভারী বর্ণহীন গ্যাস। ইহার ঘনত্ব 22। ইহার সামান্য অম্ল স্বাদ ও গন্ধ আছে। জলে ইহা কিছুটা দ্রবণীয় এবং জলীয় দ্রবণটি মৃদু অ্যাসিড-গুণযুক্ত। চাপবৃদ্ধির সহিত ইহার জলে দ্রাব্যতাও বৃদ্ধি পায়। তোমরা যে সোডা বা লিমনেড পান কর, তাহাতে উচ্চচাপে CO_2-এর জলীয় দ্রবণে কিছু চিনি, রং এবং মিষ্ট গন্ধ দেওয়া থাকে।

কার্বন ডাই-অক্সাইড নিজে দাহ্য নয় এবং অপরের দহনেও সহায়তা করে না।

পরীক্ষা ঃ CO_2পূর্ণ একটি জারের মধ্যে একটি জ্বলন্ত পাটকাঠি প্রবিষ্ট করাও। পাটকাঠিটি নিভিয়া যায় এবং গ্যাসও জ্বলে না।

CO_2 জ্বলন্ত ম্যাগ্‌নেসিয়াম তারের দহনে সহায়ত করে।

পরীক্ষা ঃ একটি চিমটার সাহায্যে CO_2-জারের মধ্যে একটি জ্বলন্ত Mg-তার প্রবেশ করাইয়া দিলে তারটি জ্বলিতে থাকিবে এবং জারের গায়ে স্থানে স্থানে কার্বনের কালো দাগ পড়িতে দেখা যাইবে। ম্যাগ্‌নেসিয়াম পুড়িয়া ম্যাগ্‌নেসিয়াম্ অক্সাইডে পরিণত হয়।

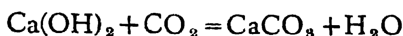


$$2Mg + CO_2 = 2MgO + C$$

CO_2-এ যে কার্বন এবং অক্সিজেন আছে, এই পরীক্ষায় তাহা বোঝা যায়।

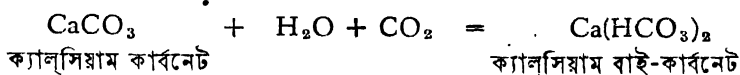
চুনজলের [$Ca(OH)_2$] সহিত CO_2-এর ক্রিয়া

পরীক্ষা ঃ একটি পরীক্ষা-নলে পরিষ্কার চুনজল লইয়া তাহার মধ্যে CO_2 গ্যাস প্রবাহিত করিলে দেখিবে চুনজল ঘোলা হইয়া গেল। চুন-জলে দ্রবীভূত $Ca(OH)_2$-এর সহিত CO_2-এর রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন অদ্রবণীয় ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেটের ($CaCO_3$) ভাসমান ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণিকার জন্যই জলটি ঘোলা দেখায়।



$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$$

আরও কিছুক্ষণ প্রবাহিত করিলে দেখিবে ঘোলাটে ভাব কাটিয়া দ্রবণটি পুনরায় পরিষ্কার হইয়াছে। অতিরিক্ত CO_2 দ্বারা অদ্রবণীয় ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেট ($CaCO_3$) দ্রবণীয় ক্যাল্‌সিয়াম বাই-কার্বনেটে [$Ca(HCO_3)_2$] পরিণত হওয়ার জন্যই এই পরিবর্তন দেখা যায়।



$$\underset{\text{ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেট}}{CaCO_3} + H_2O + CO_2 = \underset{\text{ক্যাল্‌সিয়াম বাই-কার্বনেট}}{Ca(HCO_3)_2}$$

কার্বন ডাই-অক্সাইড বাতাস অপেক্ষা ভারী ঃ

পরীক্ষা ঃ বায়ুপূর্ণ একটি গ্যাস-জারের মধ্যে প্রজ্বালনী-চামচে করিয়া একটি জ্বলন্ত মোমবাতি নামাইয়া দেওয়া হয়। উপর হইতে একটি CO_2-পূর্ণ জার প্রথম জারের মুখে উপুড় করিয়া দিলে দেখিবে ভারী CO_2 গ্যাস নীচে গিয়া মোমবাতিটি নিভাইয়া দিল।



CO_2 ঢালা

জলে CO_2-এর দ্রাব্যতা ঃ

পরীক্ষা ঃ CO_2-পূর্ণ একটি পরীক্ষা-নল জলের উপর উপুড় করিলে দেখিবে, নলের মধ্যে কিছুটা জল উঠিয়া গেল। বৃদ্ধাঙ্গুলী দ্বারা

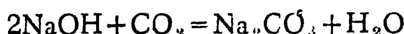
নলের মুখ চাপিয়া ধরিয়া জল হইতে বাহিরে আন এবং উহাতে কয়েক ফোঁটা নীল লিটমাস দ্রবণ দিয়া ঝাঁকাইয়া দাও। নীল লিটমাস ঈষৎ লাল হয়, কারণ জলে দ্রবীভূত হইয়া CO_2 মৃদু কার্বনিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।



$$CO_2 + H_2O = H_2CO_3$$

ক্ষারদ্রবণে CO_2-এর দ্রাব্যতা

পরীক্ষা ঃ উপরের পরীক্ষায় জলের বদলে কস্টিক-সোডা-দ্রবণ লইলে দেখিবে, দ্রবণটি অনতিবিলম্বেই দ্রুত উঠিয়া পরীক্ষা-নলটি পূর্ণ করিয়া ফেলে। আম্লিক CO_2-এর সহিত ক্ষারদ্রবণের বিক্রিয়া দ্বারা সোডিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয়।



$$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$$

কার্বন ডাই-অক্সাইডের আয়তন-সংযুতি

সাল্‌ফার ডাই-অক্সাইডের (SO_2) আয়তন-সংযুতির জন্য ব্যবহৃত যন্ত্রের অনুরূপ একটি গ্যাস-মান যন্ত্রে কার্বন ডাই-অক্সাইডের আয়তন-সংযুতি নির্ণয় করা হয়। চিত্রানুরূপ যন্ত্রের গোলক-মধ্যস্থ ছোট চামচে কিছু কার্বন-চূর্ণ লওয়া হয়। যন্ত্রের এই অংশটি অক্সিজেন গ্যাসে পূর্ণ থাকে। কার্বন চূর্ণ স্পর্শ করিয়া থাকে একটি সরু প্লাটিনাম-তার। এই তারের মধ্যদিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত করিলে তারটি লোহিত-তপ্ত হইয়া কার্বন-চূর্ণে অগ্নিসংযোগ করে। ফলে কার্বন পুড়িয়া CO_2-এ পরিণত হয়। পরীক্ষার পর যন্ত্রটি শীতল করিয়া সাধারণ চাপ ও উষ্ণতায় যন্ত্রমধ্যস্থ গ্যাসের আয়তন স্থির করা হয়।

এই পরীক্ষায় দেখা যায় যে, অক্সিজেনের কিছুটা অংশ CO_2-এ রূপান্তরিত হওয়া সত্ত্বেও পরীক্ষার পূর্বে এবং পরে গ্যাসায়তনের কোনো তারতম্য ঘটে না।

ইহাতে বোঝা যায় যে, কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসে সমায়তন অক্সিজেন থাকে। অর্থাৎ, 1 ঘনায়তন কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসে 1 ঘনায়তন অক্সিজেন থাকে।

সুতরাং, অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প অনুসারে,

∴ 1 অণু কার্বন ডাই-অক্সাইডে 1 অণু অক্সিজেন থাকে।

অতএব ,, ,, ,, ,, ,, 2 পরমাণু ,, ,,

সুতরাং, কার্বন ডাই-অক্সাইডের আণবিক সংকেত C_xO_2

কিন্তু কার্বন ডাই-অক্সাইডের বাষ্পীয় ঘনত্ব 22, অতএব ইহার আণবিক গুরুত্ব 44। তাহার মধ্যে অক্সিজেন আছে $2 \times 16 = 32$ ভাগ

অতএব কার্বন আছে $44 - 32 = 12$ ভাগ।

কিন্তু কার্বনের পারমাণবিক গুরুত্ব 12। অতএব কার্বন ডাই-অক্সাইড অণুতে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা $12 \div 12$ অর্থাৎ 1।

সুতরাং, কার্বন ডাই-অক্সাইডের আণবিক সংকেত CO_2।

কার্বন ডাই-অক্সাইডের ব্যবহার

সোডাওয়াটার, লিমনেড প্রভৃতি প্রস্তুতির জন্য এবং অগ্নিনির্বাপক যন্ত্রে CO_2 গ্যাস ব্যবহৃত হয়।

সাধারণ অগ্নিনির্বাপক যন্ত্রে সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের মধ্যে লঘু সাল্‌ফিউরিক-অ্যাসিড-পূর্ণ একটি কাচনল থাকে। যন্ত্রের নীচে হাতলে জোরে আঘাত করিলে কাচনল ভাঙ্গিয়া সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড সোডিয়াম কার্বনেটের সহিত মিলিয়া যায়। ইহাদের বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন CO_2 উপরের ছিদ্রমুখ দিয়া সজোরে বাহির হইতে থাকে।

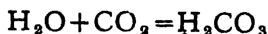
শীতল অবস্থায় CO_2 গ্যাসের উপর চাপ প্রয়োগ করিলে ইহা প্রথমত তরল ও পরে কঠিন অবস্থা প্রাপ্ত হয়। বরফের ন্যায় সাদা, কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইডকে **শুষ্ক বরফ (Dry ice)** বলে। ইহা হিমায়ক (refrigerant) রূপে ব্যবহৃত হয়।

অগ্নি-নির্বাপক যন্ত্র

কার্বনিক অ্যাসিড (H_2CO_3) ও কার্বনেট

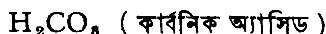
আমরা পূর্বে দেখিয়াছি, CO_2-এর জলীয় দ্রবণ মৃদু অ্যাসিড-গুণযুক্ত।

ইহা নীল লিটমাস ঈষৎ লাল করে। দ্রবণে CO_2 জলের সহিত সংযুক্ত হইয়া কার্বনিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।

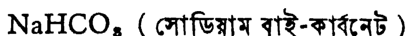


$$H_2O+CO_2=H_2CO_3$$

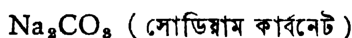
কার্বনিক অ্যাসিড কখনো বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় না, কিন্তু ধাতব কার্বনেটসমূহ আমাদের সুপরিচিত। দ্বি-ক্ষারিক কার্বনিক অ্যাসিড হইতে প্রশম ও আম্লিক—এই দুই শ্রেণীর লবণ পাওয়া যায়।



H_2CO_3 (কার্বনিক অ্যাসিড)



$NaHCO_3$ (সোডিয়াম বাই-কার্বনেট)



Na_2CO_3 (সোডিয়াম কার্বনেট)

কাপড় কাচিবার **সোডা** (washing soda), সোদক সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3, $10H_2O$)। **বেকিং পাউডারের** মধ্যে সোডিয়াম বাই-কার্বনেট ($NaHCO_3$) থাকে।

চুনাপাথর, মার্বেল, চক্ প্রভৃতি **ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেটেরই** ($CaCO_3$) বিভিন্ন রূপ।

CO_2-এর পরীক্ষা ঃ (১) CO_2-পূর্ণ জারে জ্বলন্ত পাটকাঠি ধরিলে কাঠি নিভিয়া যায়। (২) জারের মধ্যে পরিষ্কার চুন-জল দিয়া ঝাঁকাইয়া দিলে চুন-জল ঘোলা হইয়া যায়।

কার্বন মনোক্সাইড, CO

কয়লা, কাঠ প্রভৃতি পোড়ানোর সময় তাহাদের উপর যে ঈষৎ নীল শিখা দেখা যায়, বাতাসে কার্বন মনোক্সাইড দহনের ফলেই উহা উৎপন্ন হয়। অপ্রচুর বাতাসে কার্বন পুড়িলে এই গ্যাস উৎপন্ন হয়।

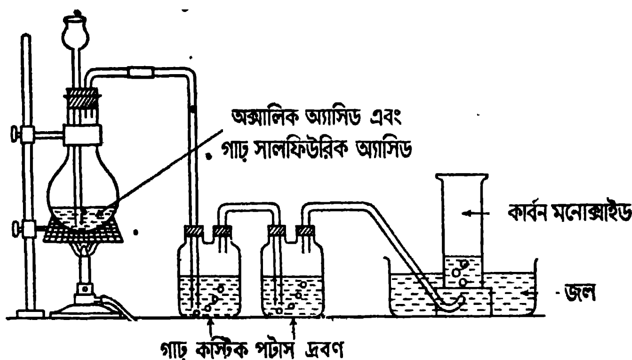
কার্বন মনোক্সাইড প্রস্তুতি ঃ ল্যাবরেটরিতে **অক্সালিক অ্যাসিডের** (oxalic acid) উপর গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের ক্রিয়া দ্বারা এই গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড, অক্সালিক অ্যাসিড হইতে

জল বিশ্লিষ্ট করিয়া উহাকে CO_2 এবং CO-এ পরিণত করে।



$$H_2C_2O_4 - H_2O = CO + CO_2$$

(অক্সালিক অ্যাসিড) H_2SO_4 কর্তৃক বিশ্লিষ্ট জল



কার্বন মনোক্সাইড প্রস্তুতি

থিসিল-ফানেল ও নির্গম-নল-সংযুক্ত একটি গোল-কূপীতে অক্সালিক অ্যাসিডের দানা লইয়া থিসিল-ফানেলের সাহায্যে কূপীর মধ্যে গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিড ঢালা হয় ও কূপীটি ঈষৎ উত্তপ্ত করা হয়। বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন কার্বন মনোক্সাইড ও ডাই-অক্সাইডের মিশ্রণটি কস্টিক পটাস দ্রবণপূর্ণ একটি গ্যাস-ধাবকের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া জলের অপসারণ দ্বারা গ্যাস সংগ্রহ করা হয়। কস্টিক পটাস দ্রবণের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইবার সময় CO_2 কস্টিক পটাস কর্তৃক সম্পূর্ণভাবে শোষিত হয়, কিন্তু CO অপরিবর্তিত থাকে।

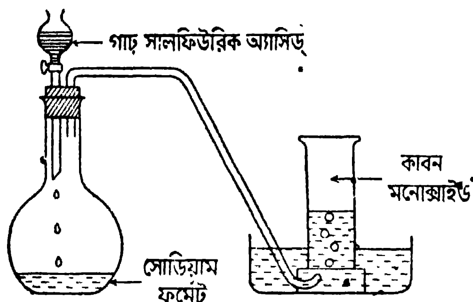


$$CO_2 + 2KOH = K_2CO_3 + H_2O$$

ফর্মিক অ্যাসিড (Formic acid) হইতে:

উপরের চিত্রানুরূপ ব্যবস্থা করিয়া কূপীর মধ্যে কিছু সোডিয়াম ফর্মেট

(H.COONa) লইয়া বিন্দুপাতী ফানেল হইতে বিন্দু বিন্দু গাঢ় সাল্‌ফিউরিক



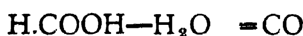
কার্বন মনোক্সাইড প্রস্তুতি

অ্যাসিড দিলে CO গ্যাস নির্গত হয়। জলের অপসারণ দ্বারা গ্যাস সংগ্রহ করা হয়।

সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড প্রথমে সোডিয়াম ফর্মেটকে ফর্মিক্ অ্যাসিডে পরিণত করে, এবং পরে জল বিশ্লিষ্ট করিয়া ইহাকে কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত করে।



$$H.COONa + H_2SO_4 = H.COOH + NaHSO_4$$



$$H.COOH - H_2O = CO$$

CO_2-গ্যাস হইতে: লোহিত-তপ্ত অঙ্গারের উপর CO_2 প্রবাহিত করিলে উহা কার্বন মনোক্সাইডে পরিণত হয়।



$$CO_2 + C = 2CO$$

ধর্ম: কার্বন মনোক্সাইড মৃদু গন্ধবিশিষ্ট বর্ণহীন গ্যাস। ইহা জলে অদ্রবণীয়। বাতাস বা অক্সিজেনে ইহা নীল শিখাসহ জ্বলিতে থাকে।



$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

ইহা অপরের দহনে সহায়তা করে না এবং চুনজলের উপর ইহার কোনো ক্রিয়া নাই। **কার্বন মনোক্সাইড অত্যন্ত বিষাক্ত গ্যাস।** নিঃশ্বাসের সহিত গ্রহণ করিলে ইহা রক্তের হিমোগ্লোবিনের (hæmoglobin) সহিত সংযুক্ত হইয়া কার্বক্সি-হিমোগ্লোবিন (corboxy-hæmoglobin) গঠন করে। ফলে, হিমোগ্লোবিন আর অক্সিজেনের সহিত

অক্সি-হিমোগ্লোবিন (oxy-hæmoglobin) গঠন করে না। এইভাবে রক্তে অক্সিজেনের অভাব ঘটায় শ্বাস-গ্রহণকারীর মৃত্যু হয়।

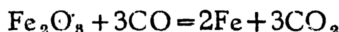
কার্বন মনোক্সাইডের বিজারক-গুণ বিশেষ উল্লেখযোগ্য। ধাতব অক্সাইড কার্বন মনোক্সাইড কর্তৃক বিজারিত হইয়া ধাতুতে পরিণত হয়।



$$PbO + CO = Pb + CO_2$$



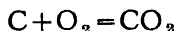
$$CuO + CO = Cu + CO_2$$



$$Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$$

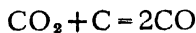
কয়লা বা কোক্-চুল্লীতে রাসায়নিক ক্রিয়া ঃ

(১) চুল্লীর তলদেশে কার্বন বাতাসে পুড়িয়া CO_2-এ পরিণত হয়।



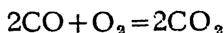
$$C + O_2 = CO_2$$

(২) এই CO_2 অধ্যস্তরের লোহিত-তপ্ত কার্বনের সংস্পর্শে কার্বন মনোক্সাইড উৎপন্ন করে।

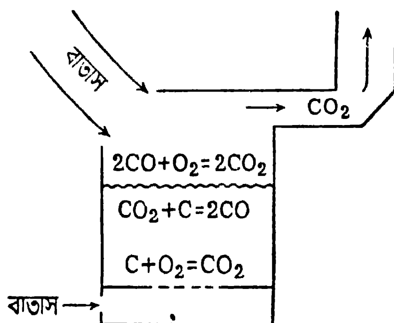


$$CO_2 + C = 2CO$$

(৩) চুল্লীর উপরে কার্বন মনোক্সাইড পুড়িয়া CO_2-এ পরিণত হয়।



$$2CO + O_2 = 2CO_2$$



সাধারণ উনোনের রাসায়নিক ক্রিয়া

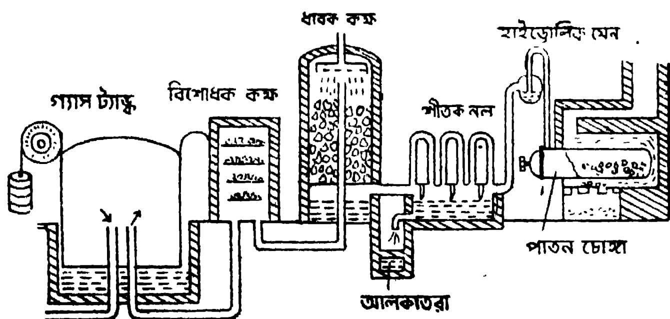
ব্যবহার ঃ প্রোডিউসার গ্যাস, ওয়াটার গ্যাস প্রভৃতিতে জ্বালানি-গ্যাস হিসাবে কার্বন মনোক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

জ্বালানি-গ্যাস (Fuel gases)

তাপ উৎপাদনের জন্য জ্বালানি হিসাবে যে সমস্ত গ্যাস ব্যবহৃত হয় তাহাদের মধ্যে (১) কোল গ্যাস, (২) প্রোডিউসার গ্যাস, এবং (৩) ওয়াটার গ্যাস বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

কোল গ্যাস (Coal gas)

কয়লার অন্তর্ধূম-পাতন করিলে যে গ্যাসীয় অংশ পাওয়া যায় তাহাই কোল গ্যাস। ইহা কোনো একটি মৌলিক গ্যাস নহে, অনেকগুলি গ্যাসের মিশ্রণ মাত্র। কোল গ্যাসের মধ্যে থাকে মার্স্ গ্যাস (CH_4), কার্বন মনোক্সাইড (CO), ইথেন (C_2H_6), ইথিলিন্ (C_2H_4) প্রভৃতি অনেকগুলি দাহ্য গ্যাস। নাইট্রোজেন, কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রভৃতি অদাহ্য গ্যাসও কিছু পরিমাণে মিশ্রিত থাকে।



কোল গ্যাস প্রস্তুতি

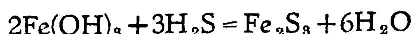
কোল গ্যাস প্রস্তুতি ঃ অগ্নিসহ মৃত্তিকা-নির্মিত সারি সারি পাতন-চোঙায় বিটুমিনাস কয়লার গুঁড়া প্রোডিউসার গ্যাসের সাহায্যে উত্তপ্ত (1000°-1200° সে. গ্রে.) করা হয়। উদ্বায়ী পদার্থসমূহ আংশিক জলপূর্ণ একটি চোঙার (Hydraulic main) মধ্যে প্রবেশ করিয়া জলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। এখানে কিছু আলকাতরা (coal tar) এবং অ্যামোনিয়াযুক্ত জল (ammoniacal liquor) ঘনীভূত হয়।

অতঃপর, উল্টানো U-আকৃতির কতকগুলি শীতক-নলের (Condensers) মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইয়া একটি **ধাবক স্তম্ভ** (Washing tower) ও একটি **বিশোধন কক্ষ** (Purifying chamber) অতিক্রম করিয়া শোধিত গ্যাস অবশেষে **গ্যাস ট্যাঙ্কে** আসিয়া সঞ্চিত হয়।

শীতক-নলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইবার সময় গ্যাসমধ্যস্থ আলকাতরা এবং 'অ্যামোনিয়া-জল' ঘনীভূত হইয়া নীচের চৌবাচ্চায় সঞ্চিত হয়। এই চৌবাচ্চায় দুইটি স্তর থাকে; উপরে জলবৎ তরল 'অ্যামোনিয়া-জল' এবং নীচে আলকাতরা।

ধাবক-স্তম্ভটি কোক বা ঝামায় পূর্ণ থাকে। এখানে উর্ধ্বগামী গ্যাস নিম্নগামী জলস্রোতে ধৌত হইয়া বিশোধন-প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করে।

বিশোধন-প্রকোষ্ঠে কতকগুলি তাকে ফেরিক্ হাইড্রক্সাইড রক্ষিত থাকে। কোল গ্যাসে হাইড্রোজেন সাল্‌ফাইড (H_2S) থাকিলে তাহা ফেরিক্ হাইড্রক্সাইড কর্তৃক শোষিত হয়।



$$2Fe(OH)_3 + 3H_2S = Fe_2S_3 + 6H_2O$$

ব্যবহার ঃ কোল গ্যাস প্রধানত তাপ-উৎপাদনের জন্য জ্বালানি হিসাবে ব্যবহৃত হয়। রাস্তার আলো জ্বালাইবার জন্যও ইহা ব্যবহৃত হয়।

কোল গ্যাস প্রস্তুতিকালে নিম্নলিখিত পদার্থগুলি অতিরিক্ত উৎপন্নদ্রব্য হিসাবে পাওয়া যায়।

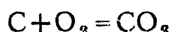
নাম	ব্যবহার
১। **কোক্ (Coke)** ঃ উদ্বায়ী পদার্থসমূহ চলিয়া গেলে পাতন-চোঙায় যে কৃষ্ণবর্ণ কঠিন পদার্থ অবশিষ্ট থাকে তাহাকে কোক্ বলে।	জ্বালানি হিসাবে, এবং ধাতু-নিষ্কাশনে বিজারক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

নাম	ব্যবহার
২। **গ্যাস কার্বন (Gas carbon)**: পাতনকালে কার্বনের যে অংশ ঊর্ধ্বপাতিত হইয়া চোঙার গাত্রে সঞ্চিত হয় তাহাকে গ্যাস কার্বন বলে।	বৈদ্যুতিক চুল্লী বা তড়িদ্-বিশ্লেষক সেল্-এ বিদ্যুৎ-দ্বার (electrodes) প্রস্তুতির জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।
৩। **আলকাতরা (Coal tar)**: শীতক-নলের নীচের চৌবাচ্চায় ইহা সঞ্চিত হয়। ইহার উপরের স্তরে থাকে 'অ্যামোনিয়া-জল' (Ammoniacal liquor)।	কাষ্ঠ সংরক্ষণে, বেন্জীন, কার্বলিক অ্যাসিড, ন্যাপ্থ্যালিন্ প্রভৃতি মূল্যবান পদার্থ প্রস্তুতির জন্য ইহার বিলক্ষণ চাহিদা আছে।
৪। **অ্যামোনিয়া-জল (Ammoniacal liquor)**: চুনের সহিত উত্তপ্ত করিয়া ইহা হইতে অ্যামোনিয়া উদ্ধার করিয়া অ্যামোনিয়াম সাল্ফেটে পরিণত করা হয়।	অ্যামোনিয়াম সাল্ফেট জমির সার হিসাবে ব্যবহৃত হয়।
৫। **পরিত্যক্ত অক্সাইড (Spent oxide)**: বিশোধন-কক্ষের ব্যবহৃত ফেরিক্ হাইড্রক্সাইডের অধিকাংশই সাল্ফাইডে পরিণত হয়।	সাল্ফিউরিক অ্যাসিড প্রস্তুতির জন্য প্রয়োজনীয় SO_2 উৎপাদনের জন্য অনেক সময় ব্যবহৃত হয়।

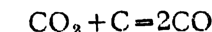
প্রোডিউসার গ্যাস এবং ওয়াটার গ্যাস

এই দুইটি গ্যাসীয় জ্বালানি একসঙ্গে ব্যবহার করা সুবিধাজনক। অধিকাংশ গ্যাস-কারখানায় পাতন-চোঙা উত্তপ্ত করিবার জন্য এই গ্যাস দুইটি ব্যবহৃত হয়।

প্রোডিউসার গ্যাস ঃ লোহিততপ্ত কোকের মধ্য দিয়া বায়ু পরিচালিত করিলে সে গ্যাস-মিশ্রণ পাওয়া যায়, তাহাই প্রোডিউসার গ্যাস। নীচের অংশে কোক্ পুড়িয়া যে CO_2 হয়, লোহিত-তপ্ত কার্বনের মধ্য দিয়া যাইবার সময় তাহা কার্বন মনোক্সাইডে রূপান্তরিত হয়।



$$C + O_2 = CO_2$$

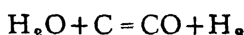


$$CO_2 + C = 2CO$$

বাতাসে নাইট্রোজেন থাকে বলিয়া প্রোডিউসার গ্যাস নাইট্রোজেন ও কার্বন মনোক্সাইডের মিশ্রণ।

তাপ উৎপাদনের জন্যও গ্যাস ইঞ্জিনে প্রোডিউসার গ্যাস ব্যবহৃত হয়। পেট্রোলের অভাব হইলে মোটর-বাসও প্রোডিউসার গ্যাস দ্বারা চালানো হয়।

ওয়াটার-গ্যাস ঃ প্রোডিউসার গ্যাস প্রস্তুতির জন্য লোহিত-তপ্ত কোকের মধ্য দিয়া কিছুক্ষণ বাতাস পরিচালনার পর যখন কোক্ শ্বেত-তপ্ত হয়, তখন বাতাস বন্ধ রাখিয়া স্টীম পরিচালিত করা হয়। স্টীম বিজারিত হইয়া হাইড্রোজেন ও কার্বন-মনোক্সাইডে পরিণত হয়।



$$H_2O + C = CO + H_2$$

এই বিক্রিয়ায় তাপ শোষিত হয় বলিয়া উষ্ণতা ক্রমশ কমিতে থাকে। এইভাবে কোক্ যখন আবার লোহিত-তপ্ত হয় তখন স্টীম বন্ধ রাখিয়া পুনরায় বাতাস পরিচালিত করা হয়।

দহন ও শিখা (Flame and Combustion).

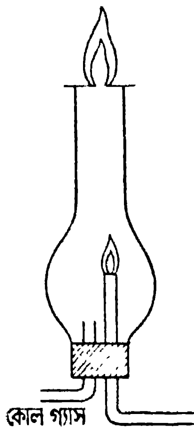
উত্তাপ ও আলোক সহযোগে রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হইলে তাহাকে **দহন** (Combustion) বলে। কোক্ পুড়িবার সময় লোহিত-তপ্ত অথবা ভাস্বর হইয়া উঠে, আবার কথনো কখনো উহার উপর **নীল শিখা** দেখা যায়। এই শিখাটি কোক্ বা কার্বনের দহন-জনিত নহে, কোকের

উপর CO গ্যাস দগ্ধ হইয়া ইহা উৎপন্ন করে। কেবলমাত্র গ্যাসীয় পদার্থের দহনকালে শিখা উৎপন্ন হয়। সুতরাং যে স্থানে দুইটি গ্যাসের মধ্যে আলোক ও উত্তাপ সহযোগে রাসায়নিক ক্রিয়া হয়, তাহাকে **শিখা** বলে।

দাহ্য ও দাহক

(Combustible and supporter of Combustion)

সাধারণত শিখার মধ্যে যে গ্যাস থাকে তাহাকে **দাহ্য** এবং শিখার বাহিরে তাহাকে বেষ্টন করিয়া যে গ্যাস থাকে তাহাকে **দাহক** বলে। যেমন, কোল-গ্যাস যখন বাতাস বা অক্সিজেনে পোড়ে তখন কোল গ্যাসকে দাহ্য এবং বাতাস বা অক্সিজেনকে দাহক বলা হয়। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে দাহ্য এবং দাহক শব্দ দুইটি একান্তই আপেক্ষিক, এবং অবস্থানুসারে দুইটি গ্যাসের মধ্যে যে-কোনোটি দাহ্য বস্তুতে পরিণত হইয়া অপরটিকে দাহক করিতে পারে। নিম্নে একটি পরীক্ষার সাহায্যে এই তথ্যটি বুঝানো হইয়াছে।



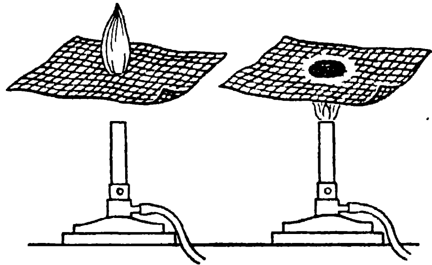
কোল-গ্যাসে বাতাসের দহন

পরীক্ষা ঃ একটি কাচের চিমনীর নিচের মুখ ছিপি দ্বারা বন্ধ করা হয় এবং ছিপির মধ্য দিয়া দুইটি কাচনল চিমনীর মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। চিমনীর উপরের মুখ ঠিক মধ্যস্থলে ছিদ্র-যুক্ত একটি অ্যাসবেস্টস্ ফলক দ্বারা আবৃত থাকে। দুইটি নলের মধ্যে হ্রস্ব নলটি দিয়া কোল-গ্যাস প্রবাহিত করিয়া, উপরে অ্যাসবেস্টসের ছিদ্র-মুখে তাহা জ্বালানো হয়; দীর্ঘ-নলটি দিয়া বাতাস প্রবাহিত করিয়া উপরে ঠেলিয়া কোল-গ্যাস শিখার নিকট লইয়া গেলে ইহাতে আগুন ধরিয়া যায়। তখন টানিয়া চিমনীর মধ্যস্থলে লইয়া আসিলে বাতাস কোল-গ্যাসে জ্বলিতে থাকিবে।

জ্বলনাঙ্ক (Ignition temperature)

দাহ্য এবং দাহক পরস্পরের সংস্পর্শে আসিলেই দহন সুরু হয় না। প্রত্যেক বস্তুরই দহনের জন্য একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতা আছে, যাহার নিম্নে কোনো দহন সম্ভব নয়। এই উষ্ণতাকে উক্ত বস্তুর 'জ্বলনাঙ্ক' বলে। বিভিন্ন বস্তুর জ্বলনাঙ্ক বিভিন্ন। কার্বন ডাই-সাল্‌ফাইড বাষ্প (CS_2) 150°তেই জ্বলিয়া উঠে। আবার কোল-গ্যাস বা হাইড্রোজেন 550°তেও জ্বলে না।

পরীক্ষা ঃ (ক) একটি বুন্‌সেন দীপের মুখের প্রায় এক ইঞ্চি উপরে একটি ঠাস-বুনানী সরু তার-জালি রাখিয়া উহার উপরে আগুন ধরাইয়া দাও। দেখিবে দীপ-শিখাটি তার-জালির উপরেই জ্বলিতেছে, কিন্তু জালি অতিক্রম করিয়া নীচের দিকে যাইতে পারিতেছে না।

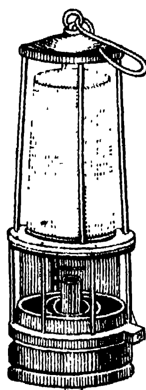


দীপ-শিখা ও তার-জালি

পরীক্ষা ঃ (খ) একটি জ্বলন্ত বুন্‌সেন দীপের মুখে একটি তার-জালি ধরিলে দেখিবে যে তার-জালি শিখাটি নীচে চাপিয়া রাখিয়াছে এবং জালির উপরে কোনো শিখা নাই।

তার-জালি উত্তম তাপ-পরিবাহক বলিয়া ইহা অতি দ্রুত শিখার উত্তাপ বহন করিয়া চতুর্দিকে বিকীরণ করিয়া দেয়। ফলে, তার-জালির নীচের অথবা উপরের (চিত্রে দেখ) গ্যাস তাহার জ্বলনাঙ্কে পৌছায় না এবং শিখারও সৃষ্টি হয় না।

ডেভীর নিরাপদ-দীপ ঃ উপরিউক্ত পরীক্ষাসকলই ডেভীকে তাঁহার বিখ্যাত নিরাপদ-দীপের (Davy's Safety Lamp) উদ্ভাবনে উদ্বুদ্ধ


ডেভীর নিরাপদ দীপ

করিয়াছিল। কয়লা-খনির মধ্যে নানা দাহ্য-গ্যাস (প্রধানত মিথেন) থাকে। কোনো দীপ-শিখার সংস্পর্শে আসিলে এই সকল গ্যাস জ্বলিয়া খনির মধ্যে প্রচণ্ড বিস্ফোরণ হয়। ডেভী সাধারণ তৈল-দীপের শিখার চতুর্দিকে সূক্ষ্ম তার-জালি দিয়া ঢাকিয়া দিলেন। ফলে দীপের মধ্যে কোনো দাহ্য-গ্যাস প্রবেশ করিলে তাহা তার-জালির ভিতরেই পুড়িতে থাকে, তার-জালি অতিক্রম করিয়া বাহিরে আসিতে পারে না।

দীপ-শিখার বর্ণনা

সমস্ত শিখারই বাহিরের অংশে যেখানে দাহ্য-বস্তু ও দাহক পরস্পরের সংস্পর্শে আসে সেই স্থানেই রাসায়নিক ক্রিয়া হয়, এবং ভিতরের অংশে থাকে অপরিবর্তিত গ্যাস। শিখার অভ্যন্তরভাগে যে কোনো দহন-কার্য হয় না, পরীক্ষা দ্বারা তাহা সহজেই প্রমাণ করা যায়।

পরীক্ষাঃ (১) একটি সাদা কাগজ আড়াআড়িভাবে ধরিয়া একটি মোমবাতির শিখার মধ্যস্থলে ক্ষণিকের জন্য নামাইয়া দ্রুত তুলিয়া লও। দেখিবে, কাগজের উপর চক্রাকার একটি কালো দাগের মধ্যস্থল সাদা।

সাদা কাগজের পরিবর্তে মার্কিউরিক আয়োডাইড (HgI_2)-লিপ্ত কাগজ ধরিলে হলুদবর্ণের একটি চক্র দেখা যাইবে।

[কাগজটি প্রথমে KI-দ্রবণে ডুবাইয়া তারপর $HgCl_2$-দ্রবণে ডুবাইলে উহার উপর HgI_2-এর একটি লাল আবরণ পড়িবে। তারপর বাতাসে শুষ্ক করিয়া লইলেই মার্কিউরিক আয়োডাইড কাগজ প্রস্তুত হইবে।]

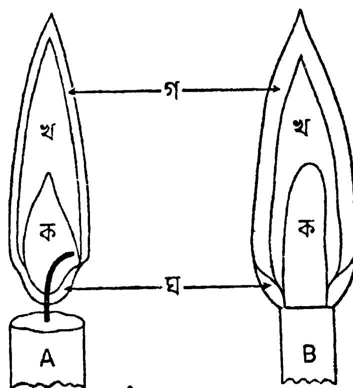
(২) উজ্জ্বল বুন্সেন দীপ-শিখার ঠিক মধ্যস্থলে একটি দেশলাইয়ের কাঠির অগ্রভাগ দ্রুত প্রবিষ্ট করাইলে দেখিবে কাঠির যে অংশ শিখার

বাহিরের দিকে আছে সেই অংশ পুড়িয়া গিয়াছে, কিন্তু তাহার অগ্রভাগ অপরিবর্তিত আছে।

বিভিন্ন দীপ-শিখা: হাইড্রোজেন বা কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসের শিখার মাত্র দুইটি অংশ থাকে, যথা—(১) শিখার ভিতরের অপরিবর্তিত গ্যাস এবং (২) বাহিরে গ্যাসের দহনজনিত শিখা।

মোমবাতি অথবা বুন্‌সেন-শিখা (উজ্জ্বল) ইহা অপেক্ষা জটিলতর। এই সকল শিখায় নিম্নলিখিত চারিটি বিভিন্ন অংশ থাকে।

(১) শিখার মধ্যস্থলে অপরিবর্তিত গ্যাসের কৃষ্ণ মণ্ডলী (চিত্রের ক অংশ)।



(ক) মোমবাতি-শিখা (খ) বুন্‌সেন দীপ-শিখা

(২) ইহারই চতুর্দিকে ইহাকে বেষ্টন করিয়া থাকে এক উজ্জ্বল অংশ (চিত্রে খ অংশ)। আংশিক দহনের ফলে উৎপন্ন সূক্ষ্ম কার্বনচূর্ণের ভাস্বরতার জন্য এই অংশ এত উজ্জ্বল দেখায়।

(৩) সমস্ত শিখার চতুর্দিকে একেবারে বাহিরে যে ঈষৎ নীল মণ্ডলী (চিত্রে গ) দেখা যায়, উহার মধ্যেই গ্যাসের দহন সম্পূর্ণ হয়।

(৪) শিখার নীচের দিকে একটি ক্ষুদ্র গাঢ় নীল অংশ (চিত্রে ঘ) থাকে; এখানেও দহন সম্পূর্ণ হয়।

*জ্বালানি ও শক্তি-উৎপাদন

মোটর, রেল, স্টীমার প্রভৃতি চালাইতে, বিদ্যুৎ-শক্তি উৎপাদন করিতে, কল-কারখানা চালাইতে এবং গৃহের রন্ধনাদি কার্যের জন্য প্রচুর উত্তাপের প্রয়োজন হয়। এই তাপ উৎপাদনের জন্য নানাপ্রকার জ্বালানি ব্যবহৃত হয়, যথা—কয়লা বা কোক্, কাঠ, পেট্রোল, কোল-গ্যাস, প্রোডিউসার গ্যাস, ওয়াটার-গ্যাস, ইত্যাদি। জ্বালানি হিসাবে অবশ্য ইঁহারা সকলে সমান কার্যকরী নহে। কোনো জ্বালানিবস্তুর কার্যকারিতা স্থির করিতে হইলে উহার এক গ্রাম্ পোড়াইয়া কত তাপ উৎপন্ন হয় তাহা নির্ণয় করিতে হয়। তাপ সাধারণত 'ক্যালরি'তে (calorie) পরিমিত হয় বলিয়া এই এক গ্রাম্ হইতে যত ক্যালরি তাপ পাওয়া যায় তাহাকে উক্ত পদার্থের **ক্যালরি-সংখ্যা (calorific value)** বলে। এক গ্রাম জলকে উত্তপ্ত করিয়া তাহার উষ্ণতা এক ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড বৃদ্ধি করিতে যে উত্তাপের প্রয়োজন হয় তাহাকে এক ক্যালরি বলে।

ভারতবর্ষে শক্তি-উৎপাদনের প্রধান উৎস কয়লা। পেট্রোল আমাদের দেশে যাহা আছে তাহা অতি সামান্য। দেশে নানা কার্যে নিয়োজিত শক্তির শতকরা প্রায় 60 ভাগই কয়লা হইতে উৎপন্ন। দেশে মজুত কয়লার পরিমাণ প্রায় 4,000 কোটি টন। বর্তমানে বৎসরে প্রায় 4 কোটি টন করিয়া কয়লা খরচ হয়। সুতরাং, বর্তমান হারে খরচ হইতে থাকিলেও মজুত কয়লা 1,000 বৎসরে নিঃশেষ হইয়া যাইবে। কিন্তু দেশে শিল্প-বাণিজ্যের প্রসারলাভের সঙ্গে সঙ্গে শক্তির চাহিদাও বৃদ্ধি পাইবে। আমেরিকা-যুক্তরাষ্ট্রে মাথাপিছু যে শক্তি ব্যয়িত হয়, আমাদের দেশের জীবনযাত্রার মান সেইরূপ বৃদ্ধি পাইলে 10 বৎসরেই আমাদের সঞ্চিত কয়লা নিঃশেষ হইয়া যাইবে।

সুতরাং শক্তি-উৎপাদনের নব নব ক্ষেত্রের সন্ধান আমাদের জাতীয় জীবনের এক গুরুতর সমস্যা। সেইজন্যই ভারত সরকার নদী-স্রোত হইতে জল-বিদ্যুৎ উৎপাদন এবং পারমাণবিক শক্তি প্রয়োগের সুষ্ঠু পন্থা আবিষ্কারের জন্য বিশেষ তৎপর হইয়াছেন।

Exercises

1. Describe the different allotropic modifications of Carbon. How will you prove by experiment that the different allotropes of Carbon are modifications of the same element Carbon? (কার্বনের বিভিন্ন রূপের বর্ণনা দাও। বিভিন্ন প্রকারের কার্বন যে একই মৌলিক পদার্থ কার্বনের রূপভেদ, পরীক্ষা দ্বারা তাহা কিরূপে প্রমাণ করিবে ?)

2. Describe the manufacture of coal gas. (কোল-গ্যাস প্রস্তুত-প্রণালী বর্ণনা কর।)

3. How did Moissan prepare diamond artificially? (ময়সা কিরূপে কৃত্রিম হীরক প্রস্তুত করিয়াছিলেন ?)

4. How will you prove that ordinary sugar contains Carbon? (চিনিতে কার্বন আছে কিরূপে প্রমাণ করিবে ?)

*5. What is meant by 'Combustion'? Explain the terms 'Combustible' and 'Supporter of Combustion.' How will you prove by experiment that these two terms are relative (দহন কাহাকে বলে ? দাহ্য ও দাহক শব্দ দুইটির ব্যাখ্যা কর। পরীক্ষা দ্বারা কিরূপে প্রমাণ করিবে যে উক্ত শব্দ দুইটি একান্তই আপেক্ষিক ?)

*6. What do you understand by 'ignition temperature'? Explain the principle of Davy's safety lamp. ('জ্বলনাঙ্ক' বলিতে কি বোঝ ? ডেভীর 'নিরাপদ-দীপের' নিরাপত্তার কারণ কি বুঝাইয়া বল।)

7. Describe a candle flame. Describe an experiment to show that there is no combustion inside a flame. (মোমবাতির শিখার বর্ণনা দাও। শিখার মধ্যস্থলে যে কোনো দহন হয় না, পরীক্ষার দ্বারা তাহা প্রমাণ কর।)

দ্বিতীয় অধ্যায়

ধাতু

ধাতু বলিতে আমরা সাধারণত বুঝি এক দ্যুতিময় কঠিন পদার্থ। কিন্তু আয়োডিন, গ্রাফাইট প্রভৃতি পদার্থে ধাতু-সুলভ দ্যুতি থাকা সত্ত্বেও তাহাদিগকে ধাতু বলা হয় না। আবার, পারদ তরল হইয়াও ধাতু। নিম্নের তালিকায় ধাতুর কতকগুলি বিশিষ্ট গুণের উল্লেখ করা হইল।

ভৌত ধর্ম: (১) ধাতু মাত্রেরই একটা নিজস্ব দ্যুতি আছে, তাহাকে **ধাতব দ্যুতি** বলে। কিন্তু গ্রাফাইট, আয়োডিন প্রভৃতি অধাতুরও এই প্রকার দ্যুতি দেখা যায়।

(২) সাধারণ উষ্ণতায় ধাতুমাত্রই উচ্চ গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক বিশিষ্ট **কঠিন** পদার্থ। কেবল পারদ তরল হইয়াও ধাতু।

(৩) ধাতু **ঘাতসহ ও নমনীয়।** উক্ত দুই ধর্মের জন্য ইহাদিগকে পিটাইয়া সরু পাতে এবং টানিয়া সরু তারে পরিণত করা যায়।

(৪) ধাতু উত্তম **তাপ ও বিদ্যুৎ-পরিবাহী।** অধাতু হইয়াও গ্রাফাইট কিন্তু উত্তম বিদ্যুৎ-পরিবাহী।

রাসায়নিক ধর্ম: (১) ধাতুর বৈশিষ্ট্যমূলক ধর্মের মধ্যে বোধহয় সর্বপ্রধান ধর্ম—'ধাতব অক্সাইড ক্ষারকীয় এবং অধাতব অক্সাইড আম্লিক'। কোনো অধাতু কখনো ক্ষারকীয় অক্সাইড উৎপন্ন করে না। কোনো কোনো ধাতুর উচ্চতর অক্সাইড আম্লিক হইলেও উহার সাধারণ অক্সাইড ক্ষারকীয়। যেমন—Mn_2O_7 আম্লিক, কিন্তু MnO ক্ষারকীয়।



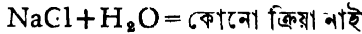
$$Na_2O + H_2O = 2NaOH \qquad SO_3 + H_2O = H_2SO_4$$

(২) ধাতব লবণগুলির ধাতব অংশটি পরাবিদ্যুতান্বিত, এবং জলে দ্রবীভূত হইলে পরাবিদ্যুতান্বিত ধাতব আয়ন উৎপন্ন হয়।

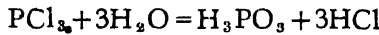


$$NaCl \rightarrow Na^{+} + Cl^{-}$$

(৩) ধাতব ক্লোরাইডগুলি প্রায়ই স্থায়ী-লবণ, এবং অধাতব ক্লোরাইডের ন্যায় ইহারা সহজে আর্দ্র-বিশ্লেষিত (Hydralysed) হয় না।



$$NaCl + H_2O = \text{কোনো ক্রিয়া নাই}$$

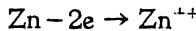


$$PCl_3 + 3H_2O = H_3PO_3 + 3HCl$$

(৪) অধিকাংশ ধাতুই হাইড্রোজেনের সহিত যৌগ গঠন করে না, এবং করিলেও উৎপন্ন হাইড্রাইড অস্থায়ী এবং অনুদ্বায়ী (non-volatile) হয়। অপরপক্ষে, অধাতব হাইড্রাইডগুলি স্থায়ী এবং প্রায়ই গ্যাসীয় হয়।

(৫) ধাতু মাত্রই পরাবিদ্যুৎধর্মী—অর্থাৎ, ইলেক্‌ট্রন গ্রহণ অপেক্ষা ত্যাগে ইহাদের আগ্রহ অধিক। সেইজন্য ইলেক্‌ট্রন দানের দ্বারা ইহারা বিজারক হিসাবে কার্য করিয়া থাকে।

যেমন,



$$Zn - 2e \rightarrow Zn^{++}$$

ধাতুর ইলেক্‌ট্রন-আসক্তির উপর তাহার রাসায়নিক ধর্ম অনেকাংশে নির্ভর করে বলিয়া সমস্ত ধাতুকে তাহাদের ইলেক্‌ট্রন-আসক্তি অনুসারে সাজানো হয়। এই পর্যায়কে **তাড়িদ্‌-রাসায়নিক পর্যায় (Electro-chemical series)** বলে। যে সমস্ত ধাতু লইয়া আমরা আলোচনা করিব, তাড়িদ্‌-রাসায়নিক পর্যায়ে তাহাদের স্থান নিম্নের তালিকায় প্রদত্ত হইল।

পটাসিয়াম (K)
সোডিয়াম (Na)
ক্যালসিয়াম (Ca)
ম্যাগনেসিয়াম (Mg)
অ্যালুমিনিয়াম (Al)

সক্রিয় ধাতু। মৌলাবস্থায় প্রকৃতিতে পাওয়া যায় না। তড়িদ্‌-বিশ্লেষণের সাহায্যে নিষ্কাশিত হয়।

জিঙ্ক (Zn)
আয়রন্ (Fe)
লেড্ (Pb)
*টিন (Sn)

} অক্সাইড, সাল্ফাইড প্রভৃতি রূপে পাওয়া যায়।

কপার (Cu)
*মার্কারি (Hg)
*সিল্ভার (Ag)
*গোল্ড (An)

} অপেক্ষাকৃত কম ক্রিয়াশীল। মৌলাবস্থায় প্রকৃতিতে কখনো কখনো পাওয়া যায়।

উপরের তালিকায় নীচের ধাতুর ইলেক্ট্রন-আসক্তি তাহার উপরের ধাতু অপেক্ষা অধিক। সেইজন্য কপার সাল্ফেট দ্রবণে একটি ছুরির ফলা (লৌহ) ডুবাইলে, ফলার উপর কপারের আস্তরণ পড়িয়া যায়।



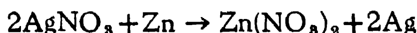
$$Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$$

অথবা,



$$Fe + Cu^{++} \rightarrow Fe^{++} + Cu$$

অনুরূপ ভাবে সিল্ভার নাইট্রেট দ্রবণে এক টুকরা জিঙ্ক (দস্তা) ফেলিয়া দিলে জিঙ্কের উপর সিল্ভারের কালো প্রলেপ পড়ে।



$$2AgNO_3 + Zn \rightarrow Zn(NO_3)_2 + 2Ag$$

কপার আয়রনের নীচে, সেইজন্য কপার আয়ন আয়রনের ইলেক্ট্রন আকৃষ্ট করিয়া তাহাকে আয়নিত করে।

তাড়িদ্-রাসায়নিক পর্যায়ে যত উপরে যাওয়া যায়, রাসায়নিক সক্রিয়তাও তত বৃদ্ধি পায়। সেইজন্য, সোডিয়াম এবং পটাসিয়াম অত্যধিক ক্রিয়াশীল। ইহাদের কখনো প্রকৃতিতে মৌলাবস্থায় পাওয়া যায় না। পর্যায়ের নীচের দিকে গোল্ড, সিল্ভার প্রভৃতির ক্রিয়াশীলতা অপেক্ষাকৃত কম বলিয়া মৌলাবস্থাতেই তাহাদের পাওয়া যায়।

তাড়িদ্-রাসায়নিক পর্যায় অনুযায়ী ধাতুসমূহের রাসায়নিক ধর্মের ক্রমবিকাশের একটি তালিকা নিম্নে প্রদত্ত হইল।

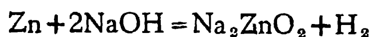
K	Na	Ca	Mg	Al	Zn	Fe	Pb	Sn	Cu	Hg	Ag	Au
শীতল জলেই হাইড্রোজেন ও ধাতব হাইড্রক্সাইড উৎপন্ন করে।			উত্তপ্ত ধাতুর উপর স্টীম প্রবাহিত করিলে অক্সাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।				জল বা স্টীমে কোনো পরিবর্তন হয় না।					
সহজে জারিত হয়, এবং বায়ু অথবা অক্সিজেনে পুড়িতে থাকে।							বায়ুতে উত্তপ্ত করিলে জারিত হয়।				জারিত হয় না।	
লঘু হাইড্রোক্লোরিক অথবা সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করে।							লঘু অ্যাসিড কর্তৃক মোটেই আক্রান্ত হয় না।					
উত্তপ্ত করিলেও অক্সাইড বিযোজিত হয় না।										উত্তপ্ত করিলে অক্সাইড বিযোজিত হয়।		
হাইড্রক্সাইড দ্রবণীয়।			হাইড্রক্সাইড অদ্রবণীয়।							হাইড্রক্সাইড হয় না।		
নাইট্রেট উত্তপ্ত করিলে নাইট্রাইটে পরিণত হয়।		নাইট্রেট উত্তপ্ত করিলে অক্সাইডে পরিণত হয়।								নাইট্রেট উত্তপ্ত করিলে ধাতুতে পরিণত হয়।		

গোল্ড, প্লাটিনাম প্রভৃতি কয়েকটি বর-ধাতু ব্যতীত সমস্ত ধাতুই নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া নাইট্রেটে পরিণত হয়।

সমস্ত ধাতুই **ক্লোরিন** দ্বারা আক্রান্ত হইয়া ক্লোরাইডে পরিণত হয়। জিঙ্ক, অ্যালুমিনিয়াম এবং টিন ব্যতীত অন্যান্য ধাতুর কস্টিক সোডা বা কস্টিক পটাস দ্রবণে কোনো পরিবর্তন হয় না। কস্টিকসোডা-দ্রবণে অ্যালুমিনিয়াম বা জিঙ্ক ফুটাইলে হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয়।



$$2Al + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2 + 3H_2$$



$$Zn + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2$$

ধাতুসংকর (Alloys)ঃ দুইটি ধাতু একত্র গলাইলে গলিত ধাতুর যে মিশ্রণ উৎপন্ন হয়, ঠাণ্ডা করিলে কঠিন অবস্থায়ও তাহারা পরস্পরের সহিত মিশ্রিত থাকে। দুইটি ধাতুর এই কঠিন মিশ্রণকে **ধাতুসংকর** (alloy) বলে। ধাতুসংকরগুলি প্রায়ই অসমসত্ত্ব (heterogeneous) হয়, এবং অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে দেখিলে দুইটি ধাতুকে পাশাপাশি অবস্থান করিতে দেখা যায়। নিম্নের তালিকায় কতকগুলি প্রয়োজনীয় ধাতু-সংকরের নাম ও ব্যবহার দেওয়া হইল।

ধাতু সংকর	উপাদান	ব্যবহার
পিতল (Brass)	কাপার ও জিঙ্ক	বাসনপত্র প্রস্তুতি।
ব্রোঞ্জ (Bronze)	কপার ও টিন	মুদ্রা, যন্ত্রপাতি, মূর্তি।
জার্মান সিল্ভার (German Silver)	কপার, জিঙ্ক এবং নিকেল	ফুলদানী, ছাইদান, প্লেট প্রভৃতি।
ডুরাল্মিন্ (Duralmin)	অ্যালুমিনিয়াম, কপার, ম্যাগ্নেসিয়াম ও ম্যাঙ্গানীজ	এরোপ্লেনের বিভিন্ন অংশ প্রস্তুতি।
রাং ঝাল (Soft Solder)	লেড্ এবং টিন	বাসনপত্র ঝালাই করা

ধাতু সংকর	উপাদান	ব্যবহার
টাইপ মেটাল (Type metal)	লেড, অ্যান্টিমনি এবং টিন	ছাপাখানার অক্ষর প্রস্তুতি।
মরিচাহীন স্টীল (Stainless steel)	আয়রন, কার্বন এবং ক্রোমিয়াম	ছুরি, কাঁটা, চামচ ইত্যাদি প্রস্তুতি।
নিকেল স্টীল (Nickel steel)	আয়রন, কার্বন এবং নিকেল	ব্রিজ তৈরী, বাড়ীঘর তৈরী।

ধাতু এবং ধাতুসংকর মানুষের জীবনযাত্রার এক অত্যাবশ্যক উপাদান। সভ্যতার প্রগতিতে ধাতু-ব্যবহারের বিশেষ গুরুত্বের জন্য ইতিহাসের এক একটি যুগকে **ব্রোঞ্জ যুগ (Bronze Age), লৌহ যুগ (Iron Age)** ইত্যাদি আখ্যা দেওয়া হইয়াছে।

প্রকৃতিতে ধাতুর অবস্থান : যে সমস্ত ধাতুর ক্রিয়াশীলতা অপেক্ষাকৃত কম, মৌলাবস্থাতেই তাহাদের প্রকৃতিতে পাওয়া যায়; যেমন—গোল্ড, সিল্ভার, প্লাটিনাম ইত্যাদি। অন্যান্য অধিকাংশ ধাতুই বিভিন্ন যৌগ হিসাবে থাকে। এই সমস্ত যৌগ মাটির উপরে বা নীচে কঠিন প্রস্তরের আকারে থাকে বলিয়া তাহাদিগকে **খনিজ প্রস্তর (Mineral)** বলে। নিম্নের তালিকায় কতকগুলি ধাতু, তাহাদের খনিজ প্রস্তর ও ভারতবর্ষে তাহাদের প্রাপ্তিস্থান দেওয়া হইল।

ধাতু	খনিজ প্রস্তর	ভারতবর্ষে প্রাপ্তিস্থান (প্রচলিত নাম সহ)
সোডিয়াম	১। খাদ্য লবণ, স্ফটিক লবণ (NaCl) ২। সাজিমাটি বা সোডাকার্ব (Na_2CO_3) ৩। নাইটার ($NaNO_3$)	পশ্চিমবঙ্গ, মাদ্রাজ, বোম্বাই, রাজপুতানা, উত্তরপ্রদেশ

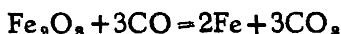
ধাতু	খনিজ প্রস্তর	ভারতবর্ষে প্রাপ্তিস্থান (প্রচলিত নাম সহ)
পটাসিয়াম	১। সিল্‌ভাইন (KCl)	—
	২। কার্নেলাইট ($KCl, MgCl_2, 6H_2O$)	—
	৩। সোরা (KNO_3)	ভারতবর্ষে নানাস্থানে মাটির সহিত সোরা মিশ্রিত থাকে।
কপার	১। ম্যালাকাইট [$CuCO_3, Cu(OH)_2$]	সিংভূম, হাজারিবাগ, জব্বলপুর, সিকিম এবং ভুটান
	২। কপারগ্লান্স (Cu_2S)	—
	৩। কপার পাইরাইট্‌স্ ($CuFeS_2$)	সিংভূম (বিহার)
সিল্‌ভার	১। মৌলাবস্থায়	
	২। আর্জেণ্টাইট (Ag_2S)	
	৩। হর্ন-সিল্‌ভার ($AgCl$)	
গোল্ড	১। মৌলাবস্থায়	কোলার (মহীশূর) স্বর্ণখনি
ক্যাল্‌সিয়াম	১। মার্বেল, চুনাপাথর, চকখড়ি ($CaCO_3$)	মধ্যভারত, রাজপুতানা
	২। জিপ্‌সাম ($CaSO_4, 2H_2O$)	পূর্ব-পাঞ্জাব, যোধপুর, বিকানীর

ধাতু	খনিজ প্রস্তর	ভারতবর্ষে প্রাপ্তিস্থান (প্রচলিত নাম সহ)
ম্যাগ্‌নেসিয়াম	১। ম্যাগ্‌নেসাইট ($MgCO_3$)	সালেম (মাদ্রাজ)
	২। ডলোমাইট ($MgCO_3$, $CaCO_3$)	—
	৩। কার্নালাইট (KCl, $MgCl_2$, $6H_2O$)	—
জিঙ্ক	১। জিঙ্কব্লেণ্ড্ (ZnS)	—
	২। ক্যালামাইন ($ZnCO_3$)	—
	৩। জিন্‌সাইট (ZnO)	—
মার্‌কারি	১। সিনাবর (HgS)	—
	২। মৌলাবস্থায়	—
অ্যালুমিনিয়াম	১। বক্সাইট (Al_2O_3. $2H_2O$)	কাঁটি, বালাঘাট, বেলগাঁও, কাশ্মীর, উড়িষ্যা
	২। কোরাণ্ডাম (Al_2O_3)	রেওয়া, সালেম
	৩। অ্যালাম শেল্ [K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3$, $4Al(OH)_3$]	কালাবাগ
টিন	১। ক্যাসিটেরাইট (SnO_2)	টেনাসেরিম (ব্রহ্মদেশ), হাজারিবাগ

ধাতু	খনিজ প্রস্তর	ভারতবর্ষে প্রাপ্তিস্থান (প্রচলিত নাম সহ)
লেড্	১। গ্যালেনা (PbS)	শান স্টেট (ব্রহ্মদেশ), জয়পুর
	২। সেরুসাইট ($PbCO_3$)	
	৩। অ্যাঙ্গ্লিসাইট ($PbSO_4$)	
আয়রন্	১। হিমাটাইট (Fe_2O_3)	বরাকর, সিংভূম, ময়ূরভঞ্জ, কেওনঝার, মহীশূর
	২। ম্যাগ্নেটাইট (Fe_3O_4)	সিংভূম, বাদামপাহাড়

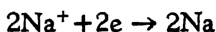
উপরের তালিকায় দেখা যায় অধিকাংশ ধাতুই হয় অক্সাইড, নয় লবণ হিসাবে (প্রধানত কার্বনেট বা সাল্ফাইড) খনিতে পাওয়া যায়। এই সকল খনিজ প্রস্তর হইতে যে পদ্ধতিতে ধাতু প্রস্তুত করা হয়, তাহাকে **ধাতু-নিষ্কাশন** (Extraction of metal) বলে। যে সমস্ত খনিজ প্রস্তর হইতে ধাতু নিষ্কাশন করা হয় তাহাদিগকে উক্ত ধাতুর **আকরিক** (ore) বলে।

আকরিক হইতে ধাতু নিষ্কাশন করিতে হইলে কোনো উপায়ে উহাকে বিজারিত করিতে হইবে। উদাহরণস্বরূপ, হিমাটাইট (Fe_2O_3) হইতে আয়রন্ নিষ্কাশনের কথা ধরা যাইতে পারে। হিমাটাইটকে কার্বন মনোক্সাইড (CO) দ্বারা বিজারিত করিয়া আয়রন্ প্রস্তুত করা হয়।

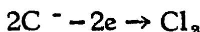


$$Fe_2O_3+3CO=2Fe+3CO_2$$

কপার, জিঙ্ক, আয়রন্ প্রভৃতির ক্ষেত্রে কোক্-কয়লা বা কার্বন মনোক্সাইড দ্বারাই বিজারণক্রিয়া সম্পন্ন হয়। কিন্তু, ক্ষার-ধাতু বা মৃৎক্ষার ধাতুর জন্য তড়িদ্‌বিশ্লেষণের সাহায্য লইতে হয়।



$$2Na^{+} + 2e \rightarrow 2Na$$



$$2C^{-} - 2e \rightarrow Cl_2$$

Exercises

1. How do you distinguish a metal from a non-metal? [ধাতু ও অধাতুর মধ্যে কি প্রকারে পার্থক্য করিবে ?]

2. What is an alloy? Name some important alloys and mention their uses. [ধাতুসংকর কাহাকে বলে? কয়েকটি ধাতুসংকরের নাম ও ব্যবহার বল।]

তৃতীয় অধ্যায়

ধাতব যৌগ

ধাতু ও অধাতুর রাসায়নিক সংযোগের ফলে নানাপ্রকার ধাতবযৌগের সৃষ্টি হয়। কতকগুলি ধাতুসংকরের মধ্যে ধাতুর সহিত ধাতুর রাসায়নিক সংযোগ দেখা গেলেও সাধারণভাবে দুইটি ধাতুর মধ্যে রাসায়নিক সংযোগ প্রায় হয় না বলিলেও চলে। এই অধ্যায়ে কতকগুলি ধাতবযৌগের ধর্ম ও প্রস্তুত-প্রণালীর বর্ণনা করা হইবে।

ধাতব অক্সাইড ও হাইড্রক্সাইড: ধাতব অক্সাইডগুলি সাধারণত ক্ষারকীয়। ইহাদের মধ্যে পটাসিয়াম, সোডিয়াম এবং ক্যাল্‌সিয়াম অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া ক্ষার উৎপন্ন করে। অন্যান্য সমস্ত

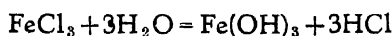
অক্সাইডই জলে অদ্রবণীয়। তাড়িদ্-রাসায়নিক পর্যায়ে ধাতব-অক্সাইডের ধর্মে বেশ কিছুটা ক্রম-বিকাশ লক্ষ্য করা যায়।

K, Na, Ca	অক্সাইড জলে দ্রবীভূত হইয়া ক্ষার উৎপন্ন করে। হাইড্রক্সাইড জলে দ্রবণীয়।	এই সমস্ত ধাতুর অক্সাইড হাইড্রজেন দ্বারা বিজারিত হয় না।	K এবং Na হাইড্রক্সাইড উত্তপ্ত করিলে বিযোজিত হয় না।
Mg, Al, Zn, Fe	Al ব্যতীত অন্যান্য সমস্ত ধাতুর নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবণের ফলে উৎপন্ন।		
Fe, Sn, Pb, Cu	নাইট্রেটকে উত্তপ্ত করিয়া অক্সাইডে পরিণত করা যায়। হাইড্রক্সাইড জলে অদ্রাব্য। উত্তপ্ত করিলে উহা বিযোজিত হইয়া অক্সাইডে পরিণত হয়।		আয়রন্ ব্যতীত অন্যান্য হাইড্রক্সাইড উভধর্মী (Amphoteric)। ইহাদের ধাতব লবণের দ্রবণে কস্টিক সোডা দিলে হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়। উভধর্মী হাইড্রক্সাইডগুলি (Al, Zn, Sn, Pb) কিন্তু অতিরিক্ত কস্টিক সোডায় দ্রবীভূত হয়।
Hg, Ag, Au	ধাতব লবণে কস্টিক সোডা দিলে অক্সাইড উৎপন্ন হয়। ইহাদের হাইড্রক্সাইড হয় না। অক্সাইড উত্তপ্ত করিলে বিযোজিত হইয়া ধাতুতে পরিণত হয়।		

ধাতব ক্লোরাইড ঃ প্রায় সমস্ত ধাতুই ক্লোরিন দ্বারা আক্রান্ত হইয়া ক্লোরাইডে পরিণত হয়। সিল্ভার (AgCl), লেড্ ($PbCl_2$) এবং

মার্কিউরাস্ ক্লোরাইড (Hg_2Cl_2) ব্যতীত **সমস্ত ক্লোরাইডই জলে দ্রবণীয়**। অবশ্য $PbCl_2$ উত্তপ্ত জলে কিছুটা দ্রবণীয়। স্ট্যানিক ও প্লাম্বিক ক্লোরাইড ($SnCl_4$ and $PbCl_4$) ব্যতীত অন্যান্য সমস্ত ক্লোরাইডই নিয়তাকার কঠিন পদার্থ। উক্ত ক্লোরাইডদ্বয় উদ্বায়ী তরল পদার্থ।

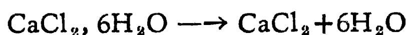
কতকগুলি ক্লোরাইড জলে দিলে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়। যেমন, ম্যাগ্নেসিয়াম, জিঙ্ক, আয়রন্, অ্যালুমিনিয়াম, টিন ইত্যাদির ক্লোরাইড।



$$FeCl_3 + 3H_2O = Fe(OH)_3 + 3HCl$$

এই সমস্ত ধাতব ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ শুষ্ক করিলে হয় ধাতব অক্সাইড, নয় ক্ষারীয় লবণ অবশিষ্ট থাকে।

উত্তপ্ত করিলে সোদক ক্লোরাইডগুলি সাধারণত জল ত্যাগ করিয়া নিরুদক হয়।



$$CaCl_2, 6H_2O \xrightarrow[\text{তাপ}]{} CaCl_2 + 6H_2O$$

কিন্তু, কতকগুলি সোদক ক্লোরাইড,—যাহারা জলে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়,—উত্তপ্ত করিলে নিরুদক লবণের পরিবর্তে তাহারা হয় অক্সাইড, নয় ক্ষারকীয় লবণে পরিণত হয়।



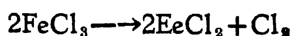
$$MgCl_2, 6H_2O \xrightarrow[\text{তাপ}]{} MgO + 2HCl + 5H_2O$$



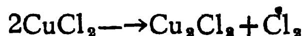
$$2ZnCl_2, H_2O \xrightarrow[\text{তাপ}]{} ZnCl_2, ZnO + 2HCl + H_2O$$

(ক্ষারকীয় ক্লোরাইড)

নিরুদক উচ্চতর ক্লোরাইড উত্তপ্ত করিলে অনেক সময় তাহা নিম্নতর ক্লোরাইডে পরিণত হয়।



$$2FeCl_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} 2EeCl_2 + Cl_2$$



$$2CuCl_2 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} Cu_2Cl_2 + Cl_2$$

মার্কিউরিক ক্লোরাইড ($HgCl_2$) উত্তপ্ত করিলে ঊর্ধ্বপাতিত হয়। NaCl, KCl, AgCl প্রভৃতি উত্তপ্ত করিলে কেবলমাত্র বিগলিত হয়।

অন্যান্য লবণ অপেক্ষা ক্লোরাইড অধিক উদ্বায়ী বলিয়া ধাতুর শিখা-পরীক্ষায় (Flame test) ক্লোরাইড ব্যবহার করা হয়।

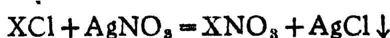
ক্লোরাইডের পরীক্ষা : (১) যে কোনো ক্লোরাইড ও ম্যাঙ্গানীজ ডাই-অক্সাইডের (MnO_2) মিশ্রণকে গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করিলে ঈষৎ সবুজ ক্লোরিন গ্যাস নির্গত হয়।



$$MnO_2 + 2NaCl + 3H_2SO_4 = MnSO_4 + 2NaHSO_4 + Cl_2 + 2H_2O$$

এই ক্লোরিন গ্যাসে স্টার্চ ও পটাসিয়াম আয়োডাইড-দ্রবণ-সিক্ত এক টুকরা কাগজ ধরিলে কাগজটি নীল হইয়া যায়।

(২) যে কোনো ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণে সিল্‌ভার নাইট্রেট দ্রবণ দিলে সাদা সিল্‌ভার ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$XCl + AgNO_3 = XNO_3 + AgCl\downarrow$$

এই সাদা অধঃক্ষেপ লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডে অদ্রাব্য, কিন্তু অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডে দ্রাব্য।

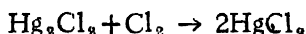
প্রস্তুতি : নিম্নে ক্লোরাইড প্রস্তুত-পদ্ধতির একটি সংক্ষিপ্ত তালিকা প্রদত্ত হইল।

	ধাতু			
	K, Na, Ca, Mg, Al, Zn	ইহারা লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবণীয়। সাধারণত, ধাতু অথবা তাহার অক্সাইড বা কার্বনেট্, লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়া ইহাদের ক্লোরাইড প্রস্তুত করা হয়।		সমস্ত ধাতুই ক্লোরিন দ্বারা আক্রান্ত হইয়া ক্লোরাইডে পরিণত হয়।
ইহাদের একাধিক ক্লোরাইড আছে।	Fe	(ফেরাস্)		
	Sn	(স্ট্যানাস্)		
	Pb	বিপরিবর্ত ক্রিয়ার সাহায্যে ক্লোরাইড প্রস্তুত হয়।	ইহারা লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় না।	
	Cu	অক্সাইড বা কার্বনেটের সহিত লঘু HCl এর ক্রিয়া দ্বারা।		
	Hg	বিশেষ প্রক্রিয়া।		
	Ag	বিপরিবর্ত ক্রিয়া।		
	Au	ধাতুর উপর ক্লোরিন বা অম্লরাজের (Aqua regia) ক্রিয়া দ্বারা।		

বিশেষ দ্রষ্টব্য : (১) যে সমস্ত ধাতুর একাধিক যোজ্যতা থাকে, যেমন Fe, Sn, Pb, Cu এবং Hg, তাহাদের ক্ষেত্রে লঘু হাইড্রোক্লোরিক

অ্যাসিডের ক্রিয়া দ্বারা (যেখানে সম্ভব) নিম্নতর আস্-লবণ এবং ক্লোরিন বা অম্লরাজের ক্রিয়া দ্বারা উচ্চতর ইক্-লবণ হয়।

(২) ক্লোরিন অথবা অম্লরাজের ক্রিয়া দ্বারা আস্-লবণকে ইক্-লবণে পরিণত করা যায়। যথা,



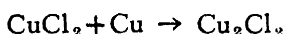
$$Hg_2Cl_2 + Cl_2 \rightarrow 2HgCl_2$$

(৩) স্ট্যানাস্ ক্লোরাইড ($SnCl_2$), সাল্ফার ডাই-অক্সাইড (SO_2) অথবা ধাতু প্রভৃতি বিজারকের সাহায্যে -'ইক্' ক্লোরাইডকে -'আস' ক্লোরাইডে পরিণত করা যায়। যথা,



$$2FeCl_3 + SnCl_2 = 2FeCl_2 + SnCl_4$$

ফেরিক্ ক্লোরাইড ফেরাস্ ক্লোরাইড

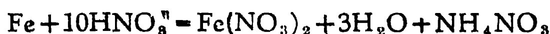


$$CuCl_2 + Cu \rightarrow Cu_2Cl_2$$

কিউপ্রিক্ ক্লোরাইড কিউপ্রাস্ ক্লোরাইড

ধাতব নাইট্রেট ঃ গোল্ড, প্লাটিনাম প্রভৃতি কয়েকটি ধাতু ব্যতীত বাকী সমস্ত ধাতুই নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া নাইট্রেটে পরিণত হয়। যে সমস্ত ধাতুর দুইটি নাইট্রেট হয় তাহাদের ক্ষেত্রে শীতল লঘু নাইট্রিক অ্যাসিড কর্তৃক নিম্নতর -'আস' নাইট্রেট এবং উষ্ণ গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিড কর্তৃক উচ্চতর -'ইক্' নাইট্রেট উৎপন্ন হয়।

ধাতব অক্সাইড, হাইড্রক্সাইড কার্বনেট প্রভৃতি নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিয়াও নাইট্রেট পাওয়া যায়।



$$Fe + 10HNO_3'' = Fe(NO_3)_2 + 3H_2O + NH_4NO_3$$

(লঘু, শীতল) ফেরাস্ নাইট্রেট



$$Fe + 4HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 2H_2O + NO$$

(উষ্ণ, গাঢ়)

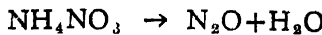


$$MgO + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + H_2O$$

ধর্ম ঃ নাইট্রেট মাত্রই জলে দ্রবণীয়। কোনো নাইট্রেটের সহিত কপার-ছিলা মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটি গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত উত্তপ্ত করিলে তাহা হইতে গাঢ় বাদামী ধূম নির্গত হয়। ইহা দ্বারা নাইট্রেটের অস্তিত্ব জানা যায়। পূর্ববর্ণিত বলয়-পরীক্ষা (নাইট্রিক অ্যাসিড দেখ) দ্বারা নাইট্রেট চেনা যায়। নিম্নের তালিকায় তাড়িৎ-রাসায়নিক পর্যায় অনুসারে ধাতব নাইট্রেটের ধর্মের ক্রমবিকাশ দেখান হইল।

K Na	ইহাদের নাইট্রেট উত্তপ্ত করিলে বিযোজিত হইয়া **নাইট্রাইট** ও অক্সিজেনে পরিণত হয়।	সমস্ত ধাতব নাইট্রেটই জলে **দ্রবণীয়।**
Ca Mg A Zn Fe Pb Sn Cu	ইহাদের নাইট্রেট উত্তপ্ত করিলে বিযোজিত হইয়া **ধাতব অক্সাইড,** নাইট্রোজেন পারক্সাইড এবং অক্সিজেনে পরিণত হয়।	
Hg Ag	ইহাদের নাইট্রেট বিযোজিত হইয়া **ধাতু,** নাইট্রোজেন পারক্সাইড এবং অক্সিজেনে পরিণত হয়।	

এখানে স্মরণ করা যাইতে পারে যে, **অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট** উত্তপ্ত করিলে উহা নাইট্রাস অক্সাইড (N_2O) ও জলে পরিণত হয়।



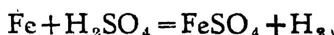
$$NH_4NO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} N_2O + H_2O$$

ধাতব সাল্‌ফেট ঃ বেরিয়াম, স্ট্রনসিয়াম এবং লেড্‌ ব্যতীত অন্যান্য সমস্ত ধাতুরই সাল্‌ফেট জলে দ্রবণীয়। $CaSO_4$, Hg_2SO_4, এবং Ag_2SO_4-এর দ্রাব্যতা অবশ্য **খুবই কম।** ধাতব সাল্‌ফেট দ্রবণীয় হইলে, ধাতুর সহিত সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া দ্বারা সাল্‌ফেট প্রস্তুত করা যায়।

তাড়িদ্‌-রাসায়নিক পর্যায়ে হাইড্রোজেনের উপরিস্থিত সমস্ত ধাতু (Pb এবং Al বাদে) শীতল, লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া হাইড্রোজেন ও ধাতব সাল্‌ফেট উৎপাদন করে।

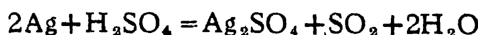


$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$



$$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2.$$

কপার, মার্‌কারি, সিল্‌ভার প্রভৃতি ধাতু গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে ফুটাইলে SO_2, সাল্‌ফেট ও জল উৎপাদন করে।



$$2Ag + H_2SO_4 = Ag_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O$$



$$Hg + 2H_2SO_4 = HgSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

অবশ্য গাঢ় উত্তপ্ত সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে জিঙ্ক, আয়রন্‌ প্রভৃতি ধাতুও হাইড্রোজেনের পরিবর্তে সাল্‌ফার ডাই-অক্সাইড উৎপাদন করে।



$$Zn + 2H_2SO_4 = ZnSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

লেড্‌ সাল্‌ফেট প্রভৃতি অদ্রাব্য সাল্‌ফেট সাধারণত বিপরিবর্ত ক্রিয়ার সাহায্যে প্রস্তুত করা হয়।



$$Pb(NO_3)_2 + Na_2SO_4 = 2NaNO_3 + PbSO_4 \downarrow$$



$$Hg_2(NO_3)_2 + H_2SO_4 = Hg_2SO_4 \downarrow + 2HNO_3$$

সোদক সাল্‌ফেট উত্তপ্ত করিলে নিরুদক হয়।



$$CuSO_4, 5H_2O \xrightarrow{\text{তাপ}} CuSO_4 + 5H_2O$$

(নীল) তাপ (সাদা)

পটাসিয়াম, সোডিয়াম, ম্যাগ্‌নেসিয়াম ও লেড্‌ (সাল্‌ফেট) ব্যতীত অন্যান্য সমস্ত সাল্‌ফেট উত্তপ্ত করিলে কিছুটা বিযোজিত হয়।



$$Ag_2SO_4 \rightarrow 2Ag + SO_2 + O_2$$

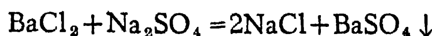
তাপ



$$2FeSO_4 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$$

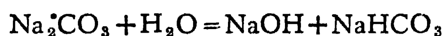
তাপ

পরীক্ষা ঃ সাল্‌ফেটের জলীয় দ্রবণে বেরিয়াম ক্লোরাইড ($BaCl_2$) দিলে বেরিয়াম সাল্‌ফেটের ভারী সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। অধঃক্ষেপটি লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে অদ্রাব্য।



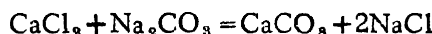
$$BaCl_2 + Na_2SO_4 = 2NaCl + BaSO_4 \downarrow$$

ধাতব কার্বনেট ঃ সোডিয়াম এবং পটাসিয়াম ব্যতীত অন্য সমস্ত ধাতুর কার্বনেটই জলে **অদ্রবণীয়।** অদ্রবণীয় কার্বনেট সাধারণত বিপরিবর্ত ক্রিয়ার সাহায্যে প্রস্তুত করা হয়। জলীয় দ্রবণে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হওয়ার ফলে সোডিয়াম এবং পটাসিয়াম কার্বনেট দ্রবণে ক্ষার-ধর্মের প্রাবল্য দেখা যায়।

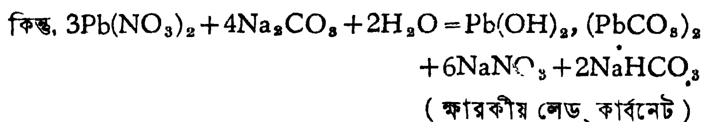


$$Na_2CO_3 + H_2O = NaOH + NaHCO_3$$

সেইজন্য ক্যাল্‌সিয়াম লবণ ব্যতীত অন্য যে কোনো লবণে সোডিয়াম কার্বনেট দিলে প্রশম কার্বনেটের পরিবর্তে ক্ষারকীয় কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2NaCl$$



কিন্তু, $3Pb(NO_3)_2 + 4Na_2CO_3 + 2H_2O = Pb(OH)_2, (PbCO_3)_2 + 6NaNO_3 + 2NaHCO_3$

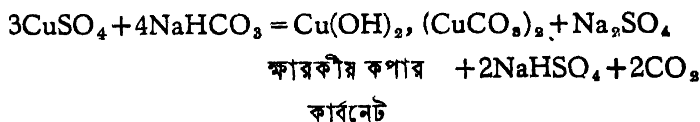
(ক্ষারকীয় লেড্ কার্বনেট)

প্রশম কার্বনেট প্রস্তুত করিতে হইলে সোডিয়াম কার্বনেটের পরিবর্তে সোডিয়াম বাই-কার্বনেট ($NaHCO_3$) দ্রবণ দেওয়া হয়। বাই-কার্বনেট দ্রবণে ক্ষার-ভাব থাকে না বলিয়া অধিকাংশ ধাতুই ইহার সহিত প্রশম কার্বনেট দেয়।



$$Pb(NO_3)_2 + 2NaHCO_3 = PbCO_3 + 2NaNO_3 + CO_2 + H_2O$$

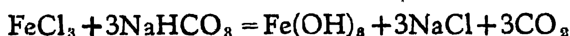
কিন্তু, Sn, Cu, Hg (ic) লবণে সোডিয়াম বাই-কার্বনেট দিলে তাহাদের ক্ষারকীয় লবণই অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$3CuSO_4+4NaHCO_3=Cu(OH)_2, (CuCO_3)_2+Na_2SO_4+2NaHSO_4+2CO_2$$

ক্ষারকীয় কপার কার্বনেট

আয়রন্ (ইক্), অ্যালুমিনিয়াম এবং টিনের কার্বনেট হয় না। উহাদের লবণে বাই-কার্বনেট দিলে কার্বনেটের পরিবর্তে হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।

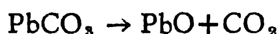


$$FeCl_3+3NaHCO_3=Fe(OH)_3+3NaCl+3CO_2$$

উত্তাপ প্রয়োগঃ উত্তপ্ত করিলে সোডিয়াম এবং পটাসিয়াম কার্বনেটের কোনো রাসায়নিক পরিবর্তন হয় না, কেবলমাত্র গলিয়া যায়। অন্য সমস্ত কার্বনেট বিযোজিত হইয়া ধাতব অক্সাইড এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।



$$CaCO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} CaO+CO_2$$



$$PbCO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} PbO+CO_2$$

সিল্‌ভার কার্বনেট এবং মার্‌কিউরাস কার্বনেট বিযোজিত হইয়া ধাতুতে পরিণত হয়।



$$2Ag_2CO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} 4Ag+2CO_2+O_2$$

পরীক্ষাঃ অ্যাসিড দিলে সমস্ত কার্বনেট হইতে বুদ্‌বুদাকারে CO_2 গ্যাস নির্গত হয়।



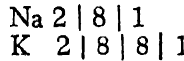
$$CaCO_3+2HCl=CaCl_2+H_2O+CO_2\uparrow$$

এই CO_2 পরিষ্কার চুনজলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিলে চুনজল ঘোলা হইয়া যায়। এইভাবে কোনো লবণ কার্বনেট কি-না তাহা পরীক্ষা করা যায়।

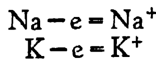
চতুর্থ অধ্যায়

* ক্ষার-ধাতু (সোডিয়াম ও পটাসিয়াম)

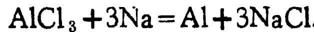
সোডিয়াম এবং পটাসিয়ামকে ক্ষার-ধাতু বলা হয়। ইহারা অত্যন্ত ক্রিয়াশীল এবং জলে দিলে জল হইতে তৎক্ষণাৎ হাইড্রোজেন নির্গত হয়। ইহাদের হাইড্রক্সাইড জলে দ্রবণীয় তীব্র ক্ষার। পর্যায়-সারণীতে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের অব্যবহিত পরে আসে বলিয়া পূর্ববর্তী নিষ্ক্রিয় গ্যাস অপেক্ষা ইহাদের পরমাণুতে একটি ইলেকট্রন বেশী থাকে।


Na 2 | 8 | 1
K 2 | 8 | 8 | 1

একটি ইলেকট্রন-ত্যাগ দ্বারা ইহারা সহজেই নিষ্ক্রিয় গ্যাসের রূপ পাইতে পারে বলিয়া ইহাদের ইলেকট্রন-ত্যাগ-প্রবণতা অত্যন্ত বেশী। অর্থাৎ, ধাতুগুলির পরাবিদ্যুৎ আশক্তি (electro positive character) অত্যন্ত তীব্র।


$$Na - e = Na^{+}$$
$$K - e = K^{+}$$

এইজন্য ইহারা ইলেকট্রন দান করিয়া অন্য পদার্থকে সহজেই বিজারিত করে।


$$AlCl_3 + 3Na = Al + 3NaCl.$$

সোডিয়াম এবং পটাসিয়ামের মধ্যে পটাসিয়াম অধিক সক্রিয়, এবং ইহার ইলেকট্রন-ত্যাগ-প্রবণতা বা বিজারণ-ক্ষমতাও সোডিয়াম অপেক্ষা অধিক।

সোডিয়াম (Na)

পারমাণবিক গুরুত্ব = 23, পরমাণু ক্রমাঙ্ক = 11

প্রকৃতিতে মৌলাবস্থায় কখনো সোডিয়াম পাওয়া না গেলেও, যৌগাবস্থায় ক্লোরাইড, কার্বনেট ও সালফেটরূপে ইহা প্রচুর পরিমাণে

পাওয়া যায়। নিম্নে কয়েকটি সোডিয়াম-যৌগ ও তাহাদের প্রাপ্তিস্থান দেওয়া হইল।

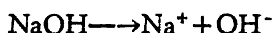
খাদ্যলবণ (NaCl)—সমুদ্রের জল, লবণ হ্রদ, এবং স্ফটিক লবণরূপে খনিতে।

সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3)—পূর্ব আফ্রিকা, মিশর (ট্রোনা) এবং ভারতবর্ষে (সাজিমাটি)।

সোডিয়াম নাইট্রেট বা চিলি সোরা—চিলি (দক্ষিণ আমেরিকা)।

সোডিয়াম প্রস্তুতি ঃ গলিত কস্টিক সোডা বা সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িদ্-বিশ্লেষণ দ্বারা সোডিয়াম ধাতু প্রস্তুত করা হয়। এই উদ্দেশ্যে যে সমস্ত পদ্ধতি প্রচলিত আছে, তাহাদের মধ্যে কাস্‌নারের (Castner) পদ্ধতিটি বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

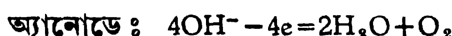
কাস্‌নার-পদ্ধতি (Castner Process) ঃ এই পদ্ধতিতে গলিত কস্টিক সোডার তড়িদ্-বিশ্লেষণ করা হয়। ফলে,



$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$



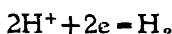
ক্যাথোডে ঃ $4Na^+ + 4e = 4Na$



অ্যানোডে ঃ $4OH^- - 4e = 2H_2O + O_2$

অতএব মোট ক্রিয়াটি হয়, $4Na^+ + 4OH^- = 4Na + 2H_2O + O_2$.

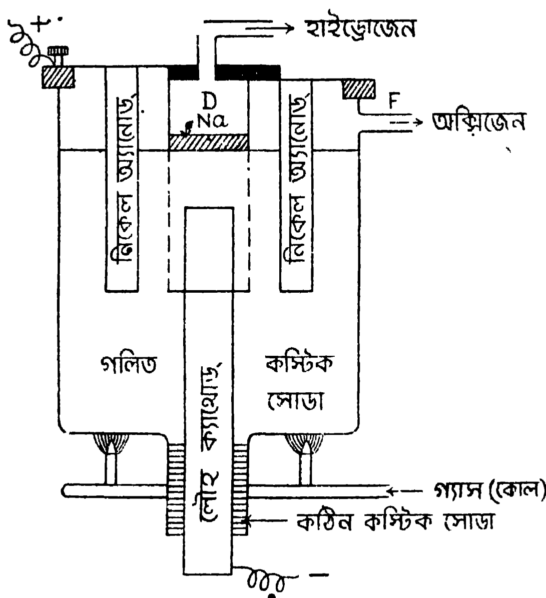
জলের তড়িদ্-বিশ্লেষণ হইতে ক্যাথোডে কিছু হাইড্রোজেনও নির্গত হয়।



$$2H^+ + 2e = H_2$$

বর্ণনা ঃ—পরবর্তী পৃষ্ঠার চিত্রানুরূপ একটি লৌহনির্মিত পাত্রে কস্টিক সোডা লইয়া গ্যাস-দীপের সাহায্যে তাহা গলাইয়া লওয়া হয়। লৌহনির্মিত ক্যাথোড দণ্ডটি পাত্রের তলদেশ দিয়া প্রবিষ্ট করানো হয়। তলদেশের অপরিসর নলাকৃতি অংশটুকু বিশেষ উত্তপ্ত করা হয় না বলিয়া ক্যাথোড দণ্ডের চতুষ্পার্শ্বে গলিত কস্টিক সোডা গিয়া জমিয়া কঠিন হইয়া ক্যাথোড

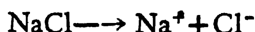
দণ্ডটি ধরিয়া রাখে। ক্যাথোডের ঠিক উপরে একটি গোলাকার লোহার চোঙা থাকে। এই চোঙার নিম্ন প্রান্ত হইতে ঝোলানো একটি লোহার তারজালি ক্যাথোডকে বেষ্টন করিয়া থাকে। এই তারজালির বাহিরে অবস্থিত একটি নিকেলের চোঙাকে অ্যানোড করা হয়। এখন, গলিত সোডিয়াম



কাস্‌নার-পদ্ধতি

হাইড্রক্সাইডের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত করিলে ক্যাথোডে সোডিয়াম এবং অ্যানোডে অক্সিজেন নির্গত হয়। ক্যাথোডে উৎপন্ন সোডিয়াম গলিত কস্টিক সোডার উপর ভাসিয়া 'D' চোঙার মধ্যে সঞ্চিত হয় এবং ইহার সহিত উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাসও বুদ্‌বুদাকারে চোঙার উপরে উঠিয়া নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া যায়। যথেষ্ট সোডিয়াম সঞ্চিত হইলে ছাঁকনী দ্বারা তুলিয়া কেরোসিন তৈলে ডুবাইয়া রাখা হয়। অ্যানোডে উৎপন্ন অক্সিজেন গ্যাস নির্গম-পথ 'F' দিয়া বাহির হইয়া যায়।

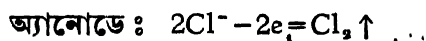
ডাউনস্ পদ্ধতি (Downs Process) ঃ এই পদ্ধতিতে গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িদ্-বিশ্লেষণ দ্বারা সোডিয়াম প্রস্তুত করা হয়।



$$NaCl \longrightarrow Na^{+} + Cl^{-}$$



ক্যাথোডে ঃ $2Na^{+} + 2e = 2Na$



অ্যানোডে ঃ $2Cl^{-} - 2e = Cl_2 \uparrow$

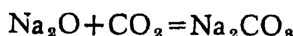
ক্যাথোডের সোডিয়াম যাহাতে অ্যানোডের ক্লোরিনের সংস্পর্শে না আসে তজ্জন্য বিশেষ ব্যবস্থা অবলম্বন করা হয়।

সোডিয়ামের ধর্ম ঃ সোডিয়াম রূপার ন্যায় সাদা ধাতু। ইহা এত নরম যে ছুরি দ্বারা ইহাকে কাটা যায়। ইহার গলনাঙ্ক 97° সে. গ্রে., এবং ঘনত্ব 0·97। ইহা তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহী। প্রথম যখন ইহাকে ছুরি দিয়া কাটা হয় তখন ইহার উপরিভাগ রূপার ন্যায় উজ্জ্বল থাকে। পরে **বাতাসের** সংস্পর্শে জারিত হওয়ার ফলে ইহা মলিন হইয়া যায়।



$$4Na + O_2 = 2Na_2O$$

জলীয় বাষ্প ও কার্বন ডাই-অক্সাইডের প্রভাবে সোডিয়াম অক্সাইড সোডিয়াম কার্বনেটে রূপান্তরিত হয়।



$$Na_2O + CO_2 = Na_2CO_3$$

এইজন্য সোডিয়াম সর্বদা সীল-করা টিনের পাত্রে অথবা বোতলে কেরোসিনের নীচে রাখা হয়।

বাতাসে উত্তপ্ত করিলে ইহা গলিয়া যায় ও **স্বর্ণাভ-পীত শিখার** সহিত জ্বলিয়া সোডিয়াম পারক্সাইডে (Na_2O_2) পরিণত হয়।



$$2Na + O_2 = Na_2O_2$$

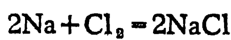
সোডিয়াম
পারক্সাইড

জলে দিলে সোডিয়াম ও জলের মধ্যে দ্রুত রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে কস্টিক সোডা ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।



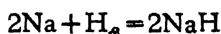
$$2Na + 2H_2O = 2NaOH + H_2$$

ক্লোরিন গ্যাসের সংস্পর্শে আসিলে ইহা জ্বলিয়া উঠে ও সোডিয়াম ক্লোরাইডে পরিণত হয়।



$$2Na + Cl_2 = 2NaCl$$

হাইড্রোজেনের সহিত ইহা সোডিয়াম হাইড্রাইড (NaH) উৎপন্ন করে।



$$2Na + H_2 = 2NaH$$

সোডিয়াম
হাইড্রাইড

ব্যবহার ঃ সোডিয়াম পারক্সাইড, সোডিয়াম সায়ানাইড (NaCN) প্রভৃতি প্রস্তুতির জন্য, এবং জৈব রসায়নে বিজারক হিসাবে সোডিয়াম ব্যবহৃত হয়।

সোডিয়ামের পরীক্ষা ঃ সোডিয়াম, অথবা তাহার যে কোনো যৌগে প্লাটিনাম-তারের প্রান্ত স্পর্শ করাইয়া তারটি বুন্‌সেন দীপের অনুজ্জ্বল নীলাভ শিখায় ধরিলে শিখাটি স্বর্ণাভ-পীত (Golden yellow) আলোক বিকীরণ করে। নীল কাচের মধ্য দিয়া দেখিলে শিখা অদৃশ্য হইয়া যায়। এই শিখা-পরীক্ষা (flame test) দ্বারা কোনো যৌগে সোডিয়ামের অস্তিত্ব জানা যায়।

সোডিয়াম যৌগ ঃ প্রয়োজনীয় সোডিয়াম যৌগের মধ্যে সোডিয়াম পারক্সাইড (Na_2O_2), কস্টিক সোডা (NaOH), সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl), সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3), সোডিয়াম নাইট্রেট ($NaNO_3$), সোডিয়াম সালফেট (Na_2SO_4) প্রভৃতি বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

*** সোডিয়াম পারক্সাইড (Na_2O_2) ঃ** ধাতব সোডিয়ামকে অতিরিক্ত বাতাসে বা অক্সিজেনে উত্তপ্ত করিলে ইহা সোডিয়াম পারক্সাইডে পরিণত হয়।



$$2Na + O_2 = Na_2O_2$$

জলে দ্রবীভূত হইয়া ইহা ক্ষার ও হাইড্রোজেন পারক্সাইড (H_2O_2) উৎপন্ন করে।

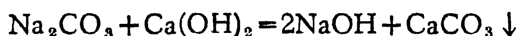


$$Na_2O_2+2H_2O=2NaOH+H_2O_2$$

ব্যবহার ঃ হাইড্রোজেন পারক্সাইড প্রস্তুতির জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (কস্টিক সোডা, NaOH) ঃ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড প্রস্তুতির দুইটি পদ্ধতি প্রচলিত আছে।

(১) **গসাজ পদ্ধতি (Gossage's Method) ঃ** কলিচুনের [$Ca(OH)_2$] সহিত সোডিয়াম কার্বনেট ফুটাইলে, অদ্রাব্য ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেট ($CaCO_3$) অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং কস্টিক সোডা দ্রবীভূত থাকে।

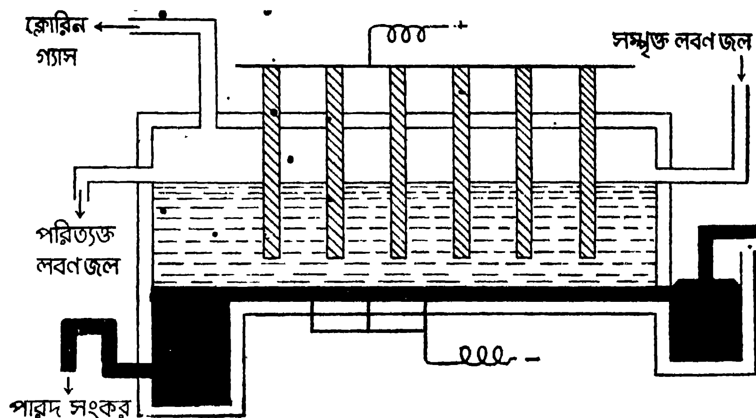


$$Na_2CO_3+Ca(OH)_2=2NaOH+CaCO_3\downarrow$$

বড় বড় লৌহপাত্রে সোডিয়াম কার্বনেটের লঘু দ্রবণে (শতকরা 10 ভাগ) চুন দিয়া স্টীমের সাহায্যে উত্তপ্ত করা হয়। তারপর থিতাইয়া ঠাণ্ডা হইলে উপরের পরিষ্কার দ্রবণ ঢালিয়া লইয়া, অনুপ্রেষ পাতনের সাহায্যে গাঢ় করা হয়। এই অবস্থায় অপরিবর্তিত কিছু সোডিয়াম কার্বনেট কেলাসিত হইলে তাহা ছাঁকিয়া পৃথক করা হয়, এবং দ্রবণটি উন্মুক্ত লৌহপাত্রে উত্তপ্ত করিয়া বিশুষ্ক করা হয়। পরে, আরও উত্তপ্ত করিয়া গলাইয়া ইহাকে যষ্টির আকারে ঢালাই করা হয়।

(২) **তড়িদ্‌-বিশ্লেষণ পদ্ধতি (Electrolytic Process) ঃ** গাঢ় সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িদ্‌-বিশ্লেষণ দ্বারা সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড প্রস্তুত করা যায়। কিন্তু অ্যানোডে সঞ্জাত ক্লোরিন গ্যাস অবিলম্বে ক্যাথোড অঞ্চলস্থিত কস্টিক সোডা হইতে পৃথক করিতে না পারিলে ক্লোরিন ও কস্টিক সোডার রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে হাইপো ক্লোরাইট, ক্লোরেট প্রভৃতি উৎপন্ন হইবে। এইজন্য অ্যানোড ও ক্যাথোডের উৎপন্ন দ্রব্যগুলি অবিলম্বে পৃথক করা প্রয়োজন। এই উদ্দেশ্যে নানাপ্রকার সেল (Cell) ব্যবহৃত হয়।

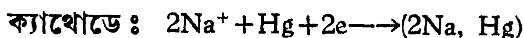
(ক) কেল্‌নার-সল্‌ভে সেল (**Kellner-Solvay Cell**) : এই পদ্ধতিতে সিমেণ্টের তৈরী একটি চৌবাচ্চা সম্পৃক্ত লবণ-জলে পূর্ণ করা হয়, এবং চৌবাচ্চার ঢালু মেঝে দিয়া পারদের একটি স্তর প্রবাহিত করা হয়। এই পারদস্তরটিই ক্যাথোড, এবং চৌবাচ্চার মধ্যে লম্বমান কতকগুলি গ্রাফাইট দণ্ড অ্যানোড হিসাবে কাজ করিয়া থাকে।



কেল্‌নার-সল্‌ভে সেল

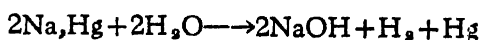
রাসায়নিক ক্রিয়া Zn


অ্যানোডে : $2Cl^- - 2e \longrightarrow Cl_2 \uparrow$


ক্যাথোডে : $2Na^+ + Hg + 2e \longrightarrow (2Na, Hg)$

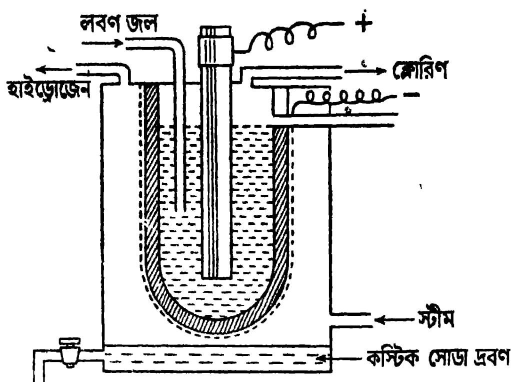
পারদ-সংকর

অ্যানোডে নির্গত ক্লোরিন গ্যাস উপরের নির্গম-নল দিয়া বাহির হইয়া যায়, এবং ক্যাথোডে উৎপন্ন পারদ-সংকর (Amalgam) ঢালু মেঝে দিয়া প্রবাহিত হইয়া নিম্নে রক্ষিত একটি জলপূর্ণ চৌবাচ্চায় পতিত হয়। সেখানে পারদ-সংকর ও জলের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে কস্টিক সোডা ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।


$$2Na,Hg + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2 + Hg$$

এই মুক্ত পারদ পুনরায় ব্যবহৃত হয়, এবং কস্টিক সোডা দ্রবণ বিশুদ্ধ করিয়া গলাইয়া যষ্টির আকারে ঢালাই করা হয়।

(খ) **নেলসন সেল (Nelson Cell)**ঃ ইহাতে U-আকারের অ্যাসবেস্টস-নির্মিত পাত্রের মধ্যে লম্বমান একটি গ্রাফাইট দণ্ডকে অ্যানোড করা হয়। অ্যাসবেস্টসের গাত্র-সংলগ্ন সছিদ্র একটি স্টীলের পাতকে ক্যাথোড করা হয়।



নেল্‌সন সেল

অ্যাসবেস্টস্ পাত্রটির মধ্যদিয়া গাঢ় লবণ-জল এমনভাবে প্রবাহিত করা হয় যেন পাত্রটি সর্বদা লবণ-জলে পূর্ণ থাকে। অ্যাসবেস্টস্ পাত্রটি আর একটি বড় কক্ষের মধ্যে থাকে।

রাসায়নিক ক্রিয়া ঃ

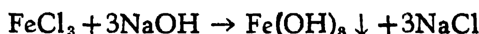

অ্যানোডে ঃ $2Cl^- - 2e \rightarrow Cl_2\uparrow$


ক্যাথোডে ঃ $2Na^+ + 2H_2O + 2e \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$

ভিজা অ্যাসবেস্টসের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ-প্রবাহ চলিতে থাকে। বাহিরের স্টীল পাতে কস্টিক সোডা সঞ্চিত হওয়ার জন্য যাহাতে তাহার ছিদ্রগুলি বন্ধ হইয়া না যায় তজ্জন্য বহির্কক্ষে উত্তপ্ত স্টীম প্রবাহিত করা হয়। স্টীমে দ্রবীভূত কস্টিক সোডা দ্রবণ নীচে সঞ্চিত হয়।

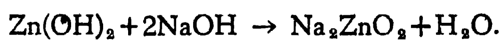
ধর্ম ঃ সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড সাদা কঠিন পদার্থ। ইহা উদগ্রাহী (Deliquescent) এবং হাতে পিচ্ছিল বোধ হয়। শরীরের চামড়ায় ইহা ক্ষতের সৃষ্টি করে। কস্টিক সোডা জলে দ্রবণীয় তীব্র ক্ষার। জলে দ্রবণকালে ইহা হইতে তাপ নির্গত হয়।

যে সকল ধাতুর হাইড্রক্সাইড জলে অদ্রবণীয়, তাহাদের কোনো লবণের জলীয় দ্রবণে কস্টিক সোডা দিলে উক্ত ধাতুর হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$FeCl_3 + 3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$$

কিন্তু, Zn, Al, Sn, Pb প্রভৃতির হাইড্রক্সাইড অতিরিক্ত কস্টিক সোডায় দ্রবণীয়।



$$Zn(OH)_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2ZnO_2 + H_2O.$$

ব্যবহার ঃ সাবান, কাগজ, কৃত্রিম রেশম প্রভৃতি শিল্পে প্রচুর কস্টিক সোডা ব্যবহৃত হয়। পেট্রোলিয়াম বিশুদ্ধীকরণ, কৃত্রিম রং প্রস্তুতি প্রভৃতির জন্যও ইহার ব্যবহার আছে।

*** সোডিয়াম ক্লোরাইড (খাদ্যলবণ, NaCl) ঃ** সমুদ্রের জলে এবং অনেক লবণ হ্রদে সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবীভূত থাকে। খনিমধ্যে স্ফটিকের আকারেও লবণ পাওয়া যায়। সমুদ্রের জলে শতকরা প্রায় 2·5 ভাগ লবণ থাকে। ভারতবর্ষে অধিকাংশ লবণই সমুদ্রজল হইতে প্রস্তুত করা হয়। অগভীর পুষ্করিণীর মত করিয়া তাহাতে সমুদ্রের জল রাখিয়া দেওয়া হয়, এবং সূর্যকিরণে জল ক্রমশ বাষ্পীভূত হইয়া দ্রবণটি গাঢ় হইলে উহা হইতে সোডিয়াম ক্লোরাইড কেলাসিত হয়। ইহার পর যে শেষদ্রব পড়িয়া থাকে তাহাকে বিটার্ণ (Bittern) বলে। উহা হইতে ম্যাগনেসিয়াম, ব্রোমিন প্রভৃতি প্রস্তুত করা যায়।

সমুদ্রজল ব্যতীত ভারতবর্ষে রাজপুতানার সম্বর হ্রদে এবং খেওড়া লবণ-খনিতে প্রচুর লবণ পাওয়া যায়।

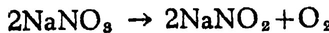
ধর্ম ঃ বিশুদ্ধ সোডিয়াম ক্লোরাইড বর্ণহীন স্বচ্ছ ঘন স্ফটিকের আকারে পাওয়া যায়। ইহা জলে দ্রবণীয়। বিশুদ্ধ অবস্থায় ইহা উদগ্রাহী

(Deliquescent) নহে, কিন্তু অবিশুদ্ধ সাধারণ লবণ আর্দ্র বাতাসে রাখিয়া দিলে অনেক সময় জল শোষণ করিয়া গলিয়া যায়। ইহার কারণ খাদ্য-লবণে সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত কিছু পরিমাণ উদগ্রাহী ক্যাল্‌সিয়াম ও ম্যাগ্‌নেসিয়াম ক্লোরাইড সর্বদাই মিশ্রিত থাকে। তাহাদেরই জন্ম খাদ্য-লবণ উদগ্রাহী বলিয়া মনে হয়।

ব্যবহার ঃ খাদ্য হিসাবে এবং সোডিয়াম ধাতু, কস্টিক সোডা, সোডিয়াম কার্বনেট, সোডিয়াম সাল্‌ফেট, ক্লোরিন, হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রভৃতি প্রস্তুতির জন্ম প্রচুর সোডিয়াম ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়। মৃৎপাত্রের উপর কাচের ন্যায় মসৃণ প্রলেপ দেওয়ার জন্মও ইহা ব্যবহৃত হয়।

*** সোডিয়াম নাইট্রেট (চিলি সোরা, $NaNO_3$) ঃ** দক্ষিণ আমেরিকার চিলির লবণ-স্তূপে প্রচুর সোডিয়াম নাইট্রেট পাওয়া যায়। ফুটন্ত জলে দ্রবীভূত করিয়া কেলাসন দ্বারা ইহা বিশুদ্ধ করা হয়।

ধর্ম ঃ বিশুদ্ধ সোডিয়াম নাইট্রেট বর্ণহীন, ঈষৎ উদগ্রাহী, স্ফটিকাকার কঠিন পদার্থ। ইহা জলে দ্রবণীয়। উত্তপ্ত করিলে প্রথমে বিগলিত হইয়া পরে সোডিয়াম নাইট্রাইট ($NaNO_2$) ও অক্সিজেনে বিযোজিত হয়।



$$2NaNO_3 \underset{\text{তাপ}}{\rightarrow} 2NaNO_2 + O_2$$

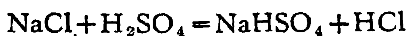
ব্যবহার ঃ নাইট্রিক অ্যাসিড, পটাসিয়াম নাইট্রেট এবং সোডিয়াম নাইট্রাইট প্রস্তুতির জন্ম প্রচুর সোডিয়াম নাইট্রেটের প্রয়োজন হয়। জমির সার হিসাবেও ইহা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

সোডিয়াম সাল্‌ফেট, Na_2SO_4 ঃ সোদক সোডিয়াম সাল্‌ফেটকে (Na_2SO_4, $10H_2O$) **গ্লবার লবণ (Glauber's salt)** বলা হয়। লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড-দ্বারা সোডিয়াম কার্বনেট প্রশমিত করিলে সোডিয়াম সাল্‌ফেটের যে দ্রবণ পাওয়া যায়, তাহাকে গাঢ় করিলে সোদক সোডিয়াম সাল্‌ফেট কেলাসিত হয়।

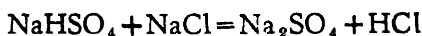


$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + CO_2 + H_2O$$

লে ব্লাঁ পদ্ধতিতে (Le Blanc Process) সোডা প্রস্তুতির (সোডিয়াম কার্বনেট দেখ) জন্য সোডিয়াম ক্লোরাইডের সহিত গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করা হয়। দুইটি বিভিন্ন পর্যায়ে রাসায়নিক ক্রিয়া হয়।



$$NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl$$



$$NaHSO_4 + NaCl = Na_2SO_4 + HCl$$

এই উপায়ে প্রাপ্ত নিরুদক সোডিয়াম সাল্‌ফেট জলে দ্রবীভূত করিয়া কেলাসিত করিলে সোদক সোডিয়াম সাল্‌ফেট বা গ্লবার লবণ পাওয়া যায়।

ধর্ম ঃ সোডিয়াম সাল্‌ফেট বর্ণহীন, স্ফটিকাকার কঠিন পদার্থ। বাতাসে রাখিয়া দিলে ইহা কেলাসন জল ত্যাগ করে বলিয়া ইহাকে **উদত্যাগী** (Efflorescent) পদার্থ বলা হয়। ইহা জলে দ্রবণীয়।

ব্যবহার ঃ বিরেচক (purgative, জোলাপ) হিসাবে ইহা ঔষধে ব্যবহৃত হয়। কাচশিল্পে ও কাগজ তৈয়ারীতেও ইহার ব্যবহার আছে।

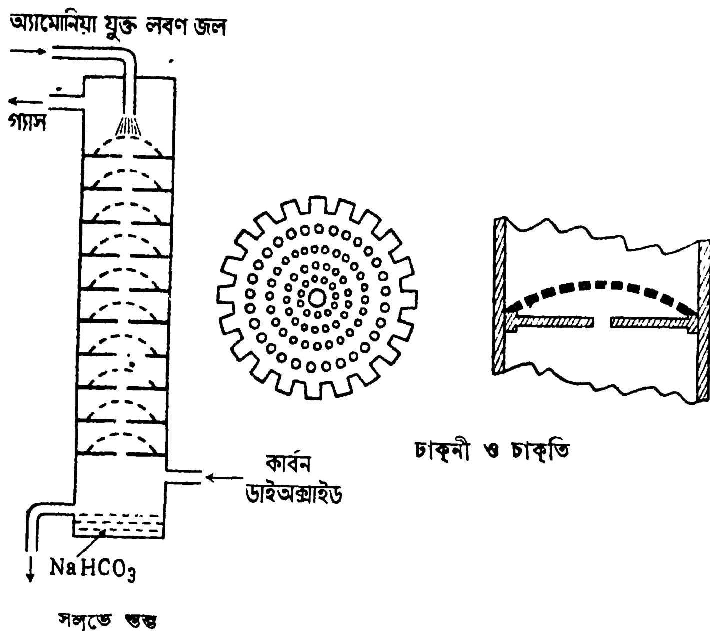
সোডিয়াম কার্বনেট, Na_2CO_3 ঃ ভারতবর্ষের সাজিমাটিতে, মিশর দেশের ট্রোনা (Trona) নামক মৃত্তিকা-স্তূপে ও পূর্ব আফ্রিকার অনেক স্থানে সোডিয়াম কার্বনেট পাওয়া যায়। খাদ্যলবণ হইতে সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুতির জন্য সাধারণত দুইটি উপায় অবলম্বিত হয়, যথা:—

(১) সল্‌ভে পদ্ধতি (Solvay Process)

(২) লে ব্লাঁ পদ্ধতি (Le Blanc Process)।

(১) সল্‌ভে পদ্ধতি ঃ এই পদ্ধতিতে প্রথম একটি স্তম্ভে লবণ-জলকে (brine) অ্যামোনিয়া গ্যাস দ্বারা সম্পৃক্ত করা হয়। এই অ্যামোনিয়া-সম্পৃক্ত লবণ-জল অপর একটি স্তম্ভের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইবার সময় ঊর্ধ্ব-গামী কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের সংস্পর্শে আসে। এই স্তম্ভটিকে **সল্‌ভে স্তম্ভ** (Solvay Tower) বলে। স্তম্ভটির ব্যাস প্রায় 6 ফুট, এবং উচ্চতা 50 হইতে 70 ফুট হয়। ইহার মধ্যে তিনফুট অন্তর লৌহনির্মিত কতকগুলি চ্যাপ্টা গোলাকার চাকতি সমান্তরাল ভাবে বসানো থাকায় স্তম্ভটি অনেকগুলি

প্রকোষ্ঠে বিভক্ত থাকে। লৌহ-চাকতিগুলির কেন্দ্রস্থলে একটি বৃহৎ ছিদ্র থাকে এবং তাহার উপরে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্রযুক্ত ছাতার ন্যায় গোলাকার একটি করিয়া ঢাকনী থাকে। এই সকল ছিদ্রপথে প্রবাহিত হইবার সময়



সল্‌ভে স্তম্ভ

চাকনী ও চাকতি

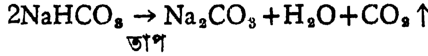
অ্যামোনিয়া-যুক্ত লবণজলের মধ্য দিয়া কার্বন ডাই-অক্সাইড বুদ্‌বুদাকারে উঠিতে থাকে। ফলে, লবণ-জল ও কার্বন ডাই-অক্সাইড পরস্পরের ঘনিষ্ঠ সংস্পর্শে আসিবার সুবিধা পায় এবং তাহাদের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হয়।



$$NH_4OH + NaCl + CO_2 = NaHCO_3 + NH_4Cl.$$

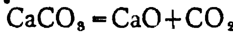
সল্‌ভে স্তম্ভে সোডিয়াম ক্লোরাইড সোডিয়াম বাই-কার্বনেটে ($NaHCO_3$) পরিণত হইয়া স্তম্ভের নীচে কাদার মত জমা হয়। নির্গম-নল দ্বারা তাহা মধ্যে মধ্যে বাহির করিয়া লওয়া হয়।

অতঃপর, সোডিয়াম বাই-কার্বনেট ছাঁকিয়া পৃথক করা হয়, এবং বড় বড় লোহার চাটুতে অথবা ঘূর্ণ-চুল্লীতে (Rotatory furnace) উত্তপ্ত করিয়া তাহাকে সোডিয়াম কার্বনেটে পরিণত করা হয়।



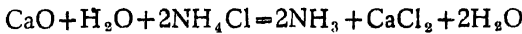
$$2NaHCO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} Na_2CO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$$

ইহার ফলে উৎপন্ন CO_2 গ্যাসকে পুনর্বার সল্‌ভে স্তম্ভে ব্যবহার করা হয়। অবশ্য স্তম্ভে ব্যবহৃত CO_2-এর অধিকাংশই প্রস্তুত করা হয় চুনা-পাথর ($CaCO_3$) পোড়াইয়া।

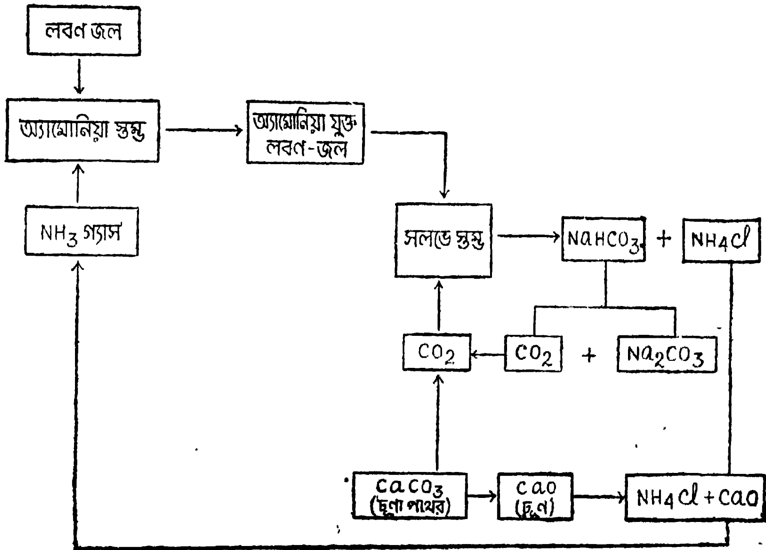


$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

সল্‌ভে স্তম্ভে যে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণ পাওয়া যায়, চুনজল ও স্টীম দ্বারা উত্তপ্ত করিয়া তাহা হইতে অ্যামোনিয়া গ্যাস পুনরুদ্ধার করা হয়।



$$CaO + H_2O + 2NH_4Cl = 2NH_3 + CaCl_2 + 2H_2O$$

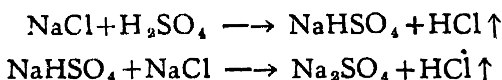


সল্‌ভে-পদ্ধতি

এই পদ্ধতির বিশেষ সুবিধা এই যে, ইহাতে ব্যবহৃত উপাদানগুলি বার বার কাজে লাগানো হয়।

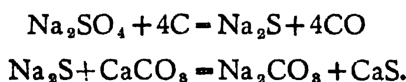
***লে ব্লাঁ পদ্ধতি (Le Blanc process) :** সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুতির ইহাই প্রথম শিল্পপদ্ধতি। ফরাসীদেশে সম্রাট নেপোলিয়ান ঘোষণা করিয়াছিলেন যে, খাদ্যলবণ হইতে সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুতির উপায় উদ্ভাবন করিতে পারিলে একলক্ষ ফ্রাঁ (franc) পুরস্কার দেওয়া হইবে। নিকোলাস্ লে ব্লাঁ এই পুরস্কার লাভ করিয়াছিলেন।

এই পদ্ধতিতে একটি পরাবর্ত চুল্লীর (Reverberatory furnace) অভ্যন্তরে ঢালাই লোহার কড়াইয়ে খাদ্য-লবণের সহিত গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড উত্তপ্ত করা হয়। বিক্রিয়াটি দুইটি বিভিন্ন পর্যায়ে হইয়া থাকে।



$$NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow NaHSO_4 + HCl\uparrow$$
$$NaHSO_4 + NaCl \longrightarrow Na_2SO_4 + HCl\uparrow$$

দ্বিতীয় ক্রিয়াটি উচ্চতর উষ্ণতায় সম্পন্ন হয়, এবং ইহার ফলে প্রাপ্ত সোডিয়াম সাল্‌ফেট বা সল্ট্-কেকের সহিত চুনাপাথর এবং কোক্-চূর্ণ মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটি একটি ঘূর্ণ-চুল্লীতে (Rotatory Furnace) উত্তপ্ত করা হয়। ঘূর্ণ-চুল্লীতে বিক্রিয়াটি নিম্নলিখিত রূপ হয়—



$$Na_2SO_4 + 4C = Na_2S + 4CO$$
$$Na_2S + CaCO_3 = Na_2CO_3 + CaS.$$

ইহার ফলে কালো ছাইয়ের মত যে পদার্থ পাওয়া যায় তাহাকে **ব্ল্যাক অ্যাস্** (Black ash) **বা 'কৃষ্ণ ভস্ম'** বলে। তাহাতে ক্যাল্‌সিয়াম সাল্-ফাইড (CaS), সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) প্রভৃতি মিশ্রিত থাকে। এই 'কৃষ্ণ ভস্ম' জলে ফুটাইলে যে দ্রবণ পাওয়া যায়, ছাঁকিয়া গাঢ় করিলে তাহা হইতে সোদক সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3, $10H_2O$) কেলাসিত হয়।

এই পদ্ধতির এখন আর বিশেষ প্রচলন নাই। অতিরিক্ত উৎপন্নদ্রব্য হিসাবে ইহা হইতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড পাওয়া যাইত বলিয়া এক সময় ইহার বিশেষ প্রচলন ছিল।

সল্‌ভে ও লে ব্লাঁ পদ্ধতির তুলনা

সুবিধা

সল্‌ভে পদ্ধতি	লে ব্লাঁ পদ্ধতি
১। এই পদ্ধতিতে ব্যবহৃত কাঁচামাল সস্তা ও সহজলভ্য বলিয়া ইহাতে উৎপাদন খরচ অনেক কম পড়ে।	১। ইহাতে অতিরিক্ত উৎপন্নদ্রব্য হিসাবে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড পাওয়া যায়, এবং কৃষ্ণ-ভস্মের CaS হইতে সাল্‌ফার উদ্ধার করা যায়।
২। উৎপন্ন সোডিয়াম কার্বনেট অপেক্ষাকৃত বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায়।	
৩। উত্তাপ কম লাগে বলিয়া লে ব্লাঁ পদ্ধতি অপেক্ষা ইহাতে জ্বালানীর খরচ অনেক কম পড়ে।	
৪। ইহাতে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ন্যায় কোনো বিষাক্ত গ্যাস নির্গত হয় না।	

অসুবিধা

সল্‌ভে পদ্ধতি	লে ব্লাঁ পদ্ধতি
১। সোডিয়াম ক্লোরাইডের প্রায় সমস্ত ক্লোরিন ক্যাল্‌সিয়াম ক্লোরাইডে পরিণত হওয়ায় তাহা বিশেষ কোনো কাজে লাগে না।	১। বেশ ব্যয়সাধ্য।
২। অ্যামোনিয়া কিছু নষ্ট হইলে তাহা পূরণ করিতে খরচ যথেষ্ট বাড়িয়া যায়।	২। উৎপন্ন সোডিয়াম কার্বনেট খুব বিশুদ্ধ হয় না।

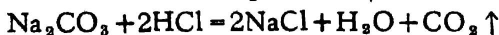
ধর্ম ঃ কাপড় কাচিবার যে সাধারণ সোডা পাওয়া যায় তাহা সোদক সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3, $10H_2O$)। বাতাসে রাখিলে 9 অণু কেলাসন-জল ত্যাগ করিয়া ইহা Na_2CO_3, H_2Oতে পরিণত হয়। অধিকতর উত্তাপে সমস্ত জল ছাড়িয়া ইহা নিরুদক লবণে পরিণত হয়।

নিরুদক সোডিয়াম কার্বনেট উত্তপ্ত করিলে বিনা বিযোজনে গলিয়া যায়। ইহা জলে দ্রবণীয় এবং আর্দ্র-বিশ্লেষণের জন্য জলীয় দ্রবণ ক্ষারগুণ সম্পন্ন।



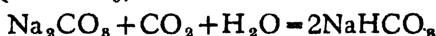
$$Na_2CO_3 + H_2O = NaHCO_3 + NaOH$$

লঘু অ্যাসিডের সংস্পর্শে ইহা CO_2 গ্যাস উৎপন্ন করে।



$$Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2O + CO_2 \uparrow$$

*__সোডিয়াম বাই-কার্বনেট, $NaHCO_3$:__ সোডিয়াম কার্বনেটের জলীয় দ্রবণে CO_2 প্রবাহিত করিলে তাহাতে স্বল্পদ্রাব্য সোডিয়াম বাই-কার্বনেট ($NaHCO_3$) কেলাসিত হয়।



$$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O = 2NaHCO_3$$

সোডিয়াম (বা পটাসিয়াম) বাই-কার্বনেট উত্তপ্ত করিলে উহা CO_2 ত্যাগ করিয়া কার্বনেটে পরিণত হয়।



$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

ব্যবহার : সাবান, কাচ, কস্টিক সোডা প্রস্তুতি; বস্ত্রাদি পরিষ্কার করা; জলের খরতা দূরীকরণ; এবং ল্যাবরেটরি বিক্রিয়ক হিসাবে প্রচুর সোডিয়াম কার্বনেট ব্যবহৃত হয়।

সোডিয়াম বাই-কার্বনেট ($NaHCO_3$) ঔষধ হিসাবে ও বেকিং পাউডার প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। **বেকিং পাউডারে** সোডিয়াম বাই-কার্বনেট ও টার্টারিক অ্যাসিড মিশ্রিত থাকে। শুষ্ক অবস্থায় ইহারা ক্রিয়া করে না, কিন্তু জল পাইলে সোডিয়াম টার্ট্রেট ও কার্বন্ ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়।

কাচশিল্প : সোডিয়াম বা পটাসিয়াম সিলিকেটের সহিত ক্যাল্-সিয়াম, বেরিয়াম, লেড্ প্রভৃতি কোনো দ্বি-যোজী ধাতুর সিলিকেটের দ্বি-ধাতুক লবণই আমাদের সুপরিচিত কাচ। ইহার সাধারণ সংকেত ;



$$xR_2O, yMO, 6SiO_2$$

$R = Na$, বা K পরমাণু; $M = Ca, Ba$, বা Pb পরমাণু;
x এবং y অণুর সংখ্যা

সিলিকেট সম্বন্ধে আলোচনাকালে ('রসায়ন প্রবেশ' ১ম খণ্ড) কাচশিল্পের বিষয় আলোচিত হইয়াছে বলিয়া নিষ্প্রয়োজন বোধে উহার পুনরুল্লেখ করা হইল না।

*পটাসিয়াম, K

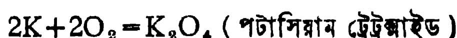
পারমাণবিক গুরুত্ব, 39·1 পরমাণু ক্রমাঙ্ক, 19

স্টাস্‌ফার্ট স্তূপের কার্নালাইটে (Carnallite : KCl, $MgCl_2$, $6H_2O$) ও গ্যালিসিয়ার সিল্‌ভাইনে (Sylvine, KCl) ক্লোরাইড রূপে এবং অভ্রের মধ্যে সিলিকেট রূপে প্রচুর পটাসিয়াম পাওয়া যায়। ভারতবর্ষের নানা স্থানে মাটির সহিত সোরা বা পটাসিয়াম নাইট্রেট (KNO_3) পাওয়া যায়।

সোডিয়ামের ন্যায় একই উপায়ে গলিত কস্টিক পটাসের (কাস্‌নার পদ্ধতি) অথবা পটাসিয়াম ক্লোরাইডের (ডাউন্‌স্‌ পদ্ধতি) তড়িদ্‌-বিশ্লেষণ দ্বারা পটাসিয়াম প্রস্তুত করা যায়।

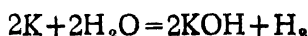
ধর্ম : সোডিয়ামের ন্যায় পটাসিয়ামও রজত-শুভ্র নমনীয় ধাতু। ইহার গলনাঙ্ক 62° সে. গ্রে. এবং ঘনত্ব 0·86।

ইহার রাসায়নিক ধর্ম সোডিয়ামের অনুরূপ হইলেও সোডিয়াম অপেক্ষা ইহা অধিকতর সক্রিয়। বাতাসে উত্তপ্ত করিলে ইহা বেগুনী শিখার সহিত জ্বলিয়া পটাসিয়াম টেট্রক্সাইডে (K_2O_4) পরিণত হয়।



$$2K+2O_2=K_2O_4 \text{ (পটাসিয়াম টেট্রক্সাইড)}$$

জলের সহিত পটাসিয়ামের রাসায়নিক ক্রিয়া এত তীব্র যে, ইহার ফলে উৎপন্ন হাইড্রোজেনে আগুন ধরিয়া যায়।



$$2K+2H_2O=2KOH+H_2$$

ক্লোরিন ও হাইড্রোজেনের সহিত ইহা যথাক্রমে KCl ও KH উৎপন্ন করে।

ব্যবহার : অধিক উষ্ণতা পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত এক বিশেষ ধরনের থার্মোমিটারে সোডিয়াম ও পটাসিয়ামের ধাতু-সংকর ব্যবহৃত হয়।

পরীক্ষা : শিখা পরীক্ষায় পটাসিয়াম অথবা তাহার যে-কোনো যৌগ শিখাটি ঈষৎ বেগুনী করে। নীল কাচের মধ্য দিয়া দেখিলে শিখাটি রক্তিমাভ দেখায়।

পটাসিয়াম যৌগঃ কস্টিক পটাস্ (KOH), পটাসিয়াম নাইট্রেট (KNO_3), পটাসিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$), পটাসিয়াম আয়োডাইড (KI), পটাসিয়াম ডাইক্রোমেট ($K_2Cr_2O_7$) প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য পটাসিয়াম যৌগ।

পটাসিয়াম নাইট্রেট, KNO_3 (সোরা বা সল্টপিটার)ঃ ভারতবর্ষ ও অন্যান্য গ্রীষ্মপ্রধান দেশের মাটিতে সোরা বা পটাসিয়াম নাইট্রেট পাওয়া যায়। বারুদ ইত্যাদি প্রস্তুতির জন্য ইহার চাহিদা বৃদ্ধি পাওয়ায় বর্তমানে চিলি-সোরা বা সোডিয়াম নাইট্রেট ($NaNO_3$) এবং পটাসিয়াম ক্লোরাইডের (KCl) মধ্যে বিপরিবর্ত-ক্রিয়া দ্বারা ইহা প্রস্তুত করা হয়। ফুটন্ত জলে চিলি-সোরা এবং পটাসিয়াম ক্লোরাইডের মিশ্রণ দ্রবীভূত করিলে তাহা হইতে তৎক্ষণাৎ অপেক্ষাকৃত কম দ্রাব্য সোডিয়াম ক্লোরাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$NaNO_3 + KCl = NaCl + KNO_3$$

উত্তপ্ত অবস্থায় পরিস্রুত করিয়া দ্রবণটি শীতল করিলে পটাসিয়াম নাইট্রেট কেলাসিত হয়।

ধর্মঃ পটাসিয়াম নাইট্রেট স্বচ্ছ নিরুদক স্ফটিকাকারে পাওয়া যায়। অন্যান্য ধর্মে সোডিয়াম নাইট্রেটের সহিত ইহার যথেষ্ট সাদৃশ্য থাকিলেও ইহা সোডিয়াম নাইট্রেটের ন্যায় উদগ্রাহী নহে। উত্তপ্ত করিলে ইহা প্রথমে গলিয়া যায় ও পরে বিযোজিত হইয়া পটাসিয়াম নাইট্রাইট ও অক্সিজেনে পরিণত হয়।



$$2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2$$

ইহা জলে দ্রবণীয় এবং উষ্ণতা বৃদ্ধির সহিত ইহার দ্রাব্যতা বৃদ্ধি পায়।

ব্যবহারঃ বাজী ও বারুদ প্রস্তুতিতে ইহা খুব ব্যবহৃত হয়। জমির সার হিসাবেও ইহার ব্যবহার আছে।

বারুদঃ বারুদের মধ্যে থাকে

পটাসিয়াম নাইট্রেট	=	শতকরা 80 ভাগ
সালফার	=	,, 10 ,,
চারকোল চূর্ণ	=	,, 10 ,,

বিস্ফোরণ-কালে বারুদের মধ্যে নিম্নলিখিত রাসায়নিক ক্রিয়া হয় বলিয়া মনে হয়।



$$10KNO_3+3S+8C=3K_2SO_4+2K_2CO_3+6CO_2+5N_2$$

এই ক্রিয়ার ফলে হঠাৎ প্রচুর গ্যাস ও উত্তাপের সৃষ্টি হওয়ায় যে গ্যাসীয় চাপ হয় তাহার জন্যই বিস্ফোরণ ঘটে।

পটাসিয়াম ক্লোরেট, $KClO_3$: গাঢ় উত্তপ্ত (85-90° সে. গ্রে.) কস্টিক পটাস দ্রবণের মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করিলে পটাসিয়াম ক্লোরেট কেলাসিত হয়।



$$6KOH+3Cl_2=5KCl+KClO_3+3H_2O$$

ব্যবহার : অক্সিজেন প্রস্তুতির জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

Exercises

1. Describe the manufacture of sodium by Castener's Process. [কাসনার পদ্ধতিতে সোডিয়াম প্রস্তুতি বর্ণনা কর।]

2. Why are sodium and potassium called alkali metals? Describe the chemical action of sodium and potassium on the following substances.

[সোডিয়াম ও পটাসিয়ামকে ক্ষারধাতু বলা হয় কেন? নিম্নলিখিত পদার্থগুলির সহিত সোডিয়াম এবং পাটসিয়ামের রাসায়নিক ক্রিয়া বর্ণনা কর।]

(*a*) water ; (*b*) oxygen ; (*c*) chlorin ; (*d*) hydrogen (*e*) ammonia (NH_3).

3. Describe the manufacture of sodium carbonate by Solvay Process. How will you prepare caustic soda from sodium carbonate?

[সল্‌ভে প্রণালীতে সোডিয়াম কার্বনেট প্রস্তুতি বর্ণনা কর। সেডিয়াম কার্বনেট হইতে কিরূপে কস্টিক সোডা প্রস্তুত করিবে ?]

4. Starting from sodium chloride, how will you prepare (*a*) metallic sodium, (*b*) sodium carbonate, (*c*) sodium sulphate ?

[সোডিয়াম ক্লোরাইড হইতে কিরূপে (ক) সোডিয়াম ধাতু, (খ) সোডিয়াম কার্বনেট, (গ) সোডিয়াম সাল্‌ফেট প্রস্তুত করিবে ?]

পঞ্চম অধ্যায়

ক্যাল্‌সিয়াম ও ম্যাগ্‌নেসিয়াম

ক্যাল্‌সিয়াম (Ca)

পারমাণবিক গুরুত্ব, 40 08   পরমাণু ক্রমাঙ্ক, 20

মৌলাবস্থায় পওয়া না গেলেও যৌগাবস্থায় ভূ-ত্বকের মধ্যে প্রচুর ক্যাল্‌সিয়াম পাওয়া যায়। খনিজ ক্যাল্‌সিয়াম যৌগের মধ্যে নিম্নলিখিত যৌগগুলি বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেট, $CaCO_3$ ঃ খড়িমাটি (chalk), চুনা-পাথর, মার্বেল, অ্যারাগোনাইট (aragonite), আইস্‌ল্যাণ্ড স্পার (Ice-land spar) ইত্যাদি।

ডলোমাইট্ (Dolomite : $CaCO_3$, $MgCO_3$) ক্যাল্‌সিয়াম ও ম্যাগ্‌নেসিয়াম কার্বনেটের দ্বি-ধাতুক লবণ।

ক্যাল্‌সিয়াম সাল্‌ফেট, $CaSO_4$ ঃ জিপ্‌সাম ($CaSO_4$, $2H_2O$) এবং অ্যানহাইড্রাইট্ ($CaSO_4$)।

ক্যাল্‌সিয়াম ফ্লুওরাইড, CaF_2 ঃ ফ্লুওরস্পার (Fluorspar CaF_2)

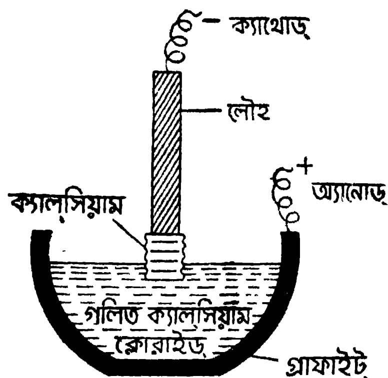
ক্যাল্‌সিয়াম ফস্‌ফেট, $Ca_3(PO_4)_2$ ঃ আপাটাইট [Apatite : CaF_2, $3Ca_3(PO_4)_2$], ফস্‌ফোরাইট [Phosphorite $Ca_3(PO_4)_2$] ইত্যাদি।

আমাদের দেশে জব্বলপুর ও রাজপুতানায় মার্বেল পাথর এবং উত্তর প্রদেশ ও মধ্যপ্রদেশে চুনাপাথর পাওয়া যায়।

ক্যাল্‌সিয়াম প্রস্তুতি ঃ গলিত ক্যাল্‌সিয়াম ক্লোরাইডের ($CaCl_2$) তড়িদ্-বিশ্লেষণের সাহায্যে ক্যাল্‌সিয়াম প্রস্তুত করা হয়। সোডিয়াম বা পটাসিয়ামের মত হাইড্রক্সাইডের তড়িদ্-বিশ্লেষণ দ্বারা ক্যাল্‌সিয়াম প্রস্তুত করা সম্ভব নহে। কারণ, ক্যাল্‌সিয়াম হাইড্রক্সাইড উত্তপ্ত করিলে উহা

অক্সাইডে (CaO) পরিণত হয় এবং প্রচণ্ড উত্তাপ প্রয়োগেও CaO বিগলিত না হইয়া ভাস্বর হইয়া উঠে।

সল্‌ভে পদ্ধতিতে (সোডিয়াম কার্বনেট দেখ) অতিরিক্ত উৎপন্নদ্রব্য হিসাবে প্রাপ্ত ক্যাল্‌সিয়াম ক্লোরাইড ($CaCl_2$) এই উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা যাইতে পারে। গ্রাফাইট্‌-নির্মিত একটি পাত্রে গলিত ক্যাল্‌সিয়াম ক্লোরাইড লওয়া হয়। এই পাত্রটিকেই অ্যানোড করা হয়, এবং উপর হইতে প্রলম্বিত একটি লৌহদণ্ডকে ক্যাথোড করা হয়। ক্যাথোডের প্রান্তভাগ গলিত ক্যাল্‌সিয়াম ক্লোরাইডে নিমজ্জিত থাকে। তড়িৎ প্রবাহিত করিলে ক্যাথোডে ক্যাল্‌সিয়াম এবং অ্যানোডে ক্লোরিন উৎপন্ন হয়।



ক্যাল্‌সিয়াম নিষ্কাশন


ক্যাথোডে : $Ca^{++} + 2e = Ca$


অ্যানোডে : $2Cl^{-} - 2e = Cl_2 \uparrow$

উৎপন্ন ক্যাল্‌সিয়াম কঠিন অবস্থায় লৌহক্যাথোডের প্রান্তে লাগিয়া যায় এবং একটি স্ক্রুর সাহায্যে ক্যাথোডটি ধীরে ধীরে উত্তোলিত করিলে ক্যাল্‌সিয়াম একটি দণ্ডের আকার প্রাপ্ত হয়।

ধর্ম : ক্যাল্‌সিয়াম রজত-শুভ্র নমনীয় ধাতু। ইহার ঘনত্ব 1·55 এবং গলনাঙ্ক 810° সে. গ্রে.।

বাতাসে রাখিলে সাধারণ উষ্ণতায় ইহার উপরিভাগে CaO-এর একটি আবরণ পড়ে, কিন্তু উত্তপ্ত করিলে ইহা পুড়িয়া ক্যাল্‌সিয়াম অক্সাইডে পরিণত হয়।


$$2Ca + O_2 = 2CaO$$

জলে ক্যাল্‌সিয়াম দিলে জল হইতে ধীরে ধীরে হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হইতে থাকে।



$$Ca + 2H_2O = Ca(OH)_2 + H_2$$

জলের সহিত ইহার ক্রিয়া সোডিয়াম বা পটাসিয়াম অপেক্ষা অনেক মৃদু।

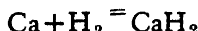
নাইট্রিক ব্যতীত অন্যান্য **অ্যাসিডের** সহিত ইহা হাইড্রোজেন ও ক্যাল্‌সিয়াম লবণ উৎপন্ন করে।



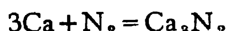
$$Ca + 2HCl = CaCl_2 + H_2 \uparrow$$

ক্লোরিনের সংস্পর্শে ইহা ক্যাল্‌সিয়াম ক্লোরাইডে পরিণত হয়।

হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেন গ্যাসে উত্তপ্ত করিলে ইহা যথাক্রমে হাইড্রাইড ও নাইট্রাইডে পরিণত হয়।

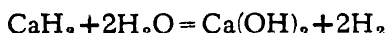


$$Ca + H_2 = CaH_2$$



$$3Ca + N_2 = Ca_3N_2$$

ক্যাল্‌সিয়াম হাইড্রাইড (CaH_2) **হাইড্রোলিথ** নামে পরিচিত। জলে দিলে ইহা হইতে হাইড্রোজেন নির্গত হয়।



$$CaH_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + 2H_2$$

ব্যবহার : ল্যাবরেটরিতে বিজারক হিসাবে ইহার ব্যবহার আছে।

শিখা পরীক্ষা : শিখা-পরীক্ষায় ক্যাল্‌সিয়াম ও ক্যাল্‌সিয়াম যৌগগুলি **ক্ষণস্থায়ী লাল** (ইঁটের মত) রং দেয়।

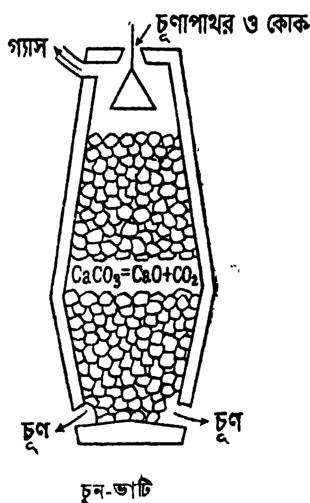
ক্যাল্‌সিয়াম যৌগ : উল্লেখযোগ্য ক্যাল্‌সিয়াম যৌগের মধ্যে অক্সাইড (CaO), হাইড্রক্সাইড $Ca(OH)_2$, কার্বনেট ($CaCO_3$) ও সালফেটই ($CaSO_4$) প্রধান।

ক্যাল্‌সিয়াম অক্সাইড (চুন, CaO) : চুনাপাথর বা ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেট ($CaCO_3$) উত্তপ্ত করিয়া ক্যাল্‌সিয়াম অক্সাইড প্রস্তুত করা হয়।



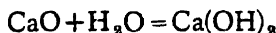
$$CaCO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} CaO + CO_2$$

দীর্ঘাযুজের মত ইষ্টকনির্মিত বড় বড় চুন-ভাটিতে (Lime kiln) এই রাসায়নিক ক্রিয়া সম্পাদিত হয়। উপরের প্রবেশপথে ছোট ছোট চুনাপাথরের ও কোক-কয়লার মিশ্রণ প্রবেশ করানো হয় এবং নীচে কয়লা জ্বালাইয়া ভাটিটি উত্তপ্ত করা হয়। অনেক সময় প্রোডিউসার গ্যাসের সাহায্যেও ভাটি উত্তপ্ত করা হয়। চুনাপাথর ক্রমশ নীচের দিকে নামিতে থাকে এবং আভ্যন্তরীণ উষ্ণতা 1000° সে. গ্রে.-এর কাছাকাছি হইলে উহা বিযোজিত হইয়া ক্যাল্‌সিয়াম অক্সাইড এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হয়। নীচের নির্গম-দ্বার দিয়া CaO বাহির করিয়া লওয়া হয় এবং CO_2 উপরের চিমনীপথে বাহির হইয়া যায়।



চুন-ভাটি

ধর্ম ঃ চুন (CaO) সাদা কঠিন পদার্থ। উত্তপ্ত হইলে ইহা সহজে গলে না, এবং অক্সি-হাইড্রোজেন শিখায় ভাস্বর (Incandescent) হইয়া আলোক বিকীরণ করে। জলের সহিত ইহার রাসায়নিক ক্রিয়াকালে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয় এবং ধূম্রকুণ্ডলীর ন্যায় স্টীম উঠিতে থাকে। বিক্রিয়ার ফলে ইহা কলিচুনে [$Ca(OH)_2$] পরিণত হয়।



$$CaO+H_2O=Ca(OH)_2$$

ব্যবহার ঃ কলিচুন [$Ca(OH)_2$], ক্যাল্‌সিয়াম কার্বাইড (CaC_2) প্রভৃতি প্রস্তুতির জন্য এবং ধাতু-নিষ্কাশনকালে অপদ্রব্য অপসারণের উদ্দেশ্যে বিগালক (flux) হিসাবে প্রচুর ক্যাল্‌সিয়াম অক্সাইড ব্যবহৃত হয়।

ক্যাল্‌সিয়াম হাইড্রক্সাইড, কলিচুন $Ca(OH)_2$ ঃ ক্যাল্‌সিয়াম

অক্সাইড বা চুনে (CaO) জল দিলে উহা তাপ উদ্গীরণ করিয়া কলিচুনে পরিণত হয়।

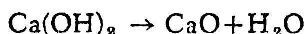


$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$$

ক্যাল্‌সিয়াম হাইড্রক্সাইড

ধর্ম ঃ ইহা শ্বেতবর্ণ কঠিন পদার্থ। জলে ইহা কিছুটা দ্রাব্য, যদিও দ্রাব্যতা খুব বেশী বলা যায় না। ইহার জলীয় দ্রবণ ক্ষার-গুণযুক্ত এবং ক্ষারের সমস্ত গুণই তাহাতে বর্তমান।

ক্যাল্‌সিয়াম হাইড্রক্সাইড উত্তপ্ত করিলে উহা ক্যাল্‌সিয়াম অক্সাইডে পরিণত হয়।



$$Ca(OH)_2 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} CaO + H_2O$$

কলিচুন-দ্রবণের মধ্যে CO_2 গ্যাস প্রবাহিত করিলে $CaCO_3$-এর সাদা অধঃক্ষেপের জন্য চুনের জল ঘোলা দেখায়।



$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$$

আরও অধিকক্ষণ CO_2 প্রবাহিত করিলে ঘোলাটে ভাব কাটিয়া জলটি পরিষ্কার হইয়া যায়। কারণ, অতিরিক্ত CO_2 দ্বারা অদ্রবণীয় ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেট দ্রবণীয় ক্যাল্‌সিয়াম বাই-কার্বনেটে $[Ca(HCO_3)_2]$ পরিণত হয়।



$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O = Ca(HCO_3)_2$$

ব্যবহার ঃ গাঁথনির মসলা (Mortar), ব্লীচিং পাউডার প্রভৃতি প্রস্তুতিতে কলিচুন ব্যবহৃত হয়। জমির অম্লভাব দূরীকরণের জন্য অনেক সময় জমিতে কলিচুন দেওয়া হয়।

গাঁথনির মসলা (Mortar) ঃ ইঁট গাঁথিবার সাধারণ মসলাতে থাকে চুন, বালি ও জল। মসলার ক্যাল্‌সিয়াম হাইড্রক্সাইড ক্রমশ ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেটে রূপান্তরিত হয় এবং মসলা শক্ত হইতে থাকে।

সিমেণ্ট (Cement) ঃ চুনাপাথর (ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেট) ও মাটির মিশ্রণকে একটি দীর্ঘ চুল্লীতে প্রায় 1500° পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া যে বড় বড়

পাথর পাওয়া যায়, তাহাদের গুঁড়া করিলে সিমেণ্ট প্রস্তুত হয়। সিমেণ্টের মধ্যে থাকে ক্যাল্‌সিয়াম সিলিকেট ($CaSiO_3$) এবং ক্যাল্‌সিয়াম অ্যালুমিনেট ($Ca_3Al_2O_6$)। জলের সংস্পর্শে আসিলে ক্যাল্‌সিয়াম অ্যালুমিনেট আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া ক্যাল্‌সিয়াম হাইড্রক্সাইড [$Ca(OH)_2$] এবং অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডে [$Al(OH)_3$] পরিণত হয়। পরে ক্যাল্‌সিয়াম সিলিকেটের সহিত বিক্রিয়ার ফলে ইহারা ক্যাল্‌সিয়াম অ্যালুমিনোসিলিকেটে পরিণত হয়। ক্যাল্‌সিয়াম অ্যালুমিনোসিলিকেটের স্ফটিকগুলি পরস্পরের সহিত জড়াজড়ি করিয়া থাকার জন্য ইহা এত শক্ত হয়।

সিমেণ্টের সহিত বালি মিশ্রিত করিয়া গাঁথনির মসলা তৈয়ারী হয়। সিমেণ্টের সহিত কাঁকর, পাথর প্রভৃতি মিশাইয়া জল দিয়া কাদার মত করা হয়। এই মিশ্রণটি জমিয়া পাথরের ন্যায় শক্ত হয়। ইহাকে **কংক্রীট** (Concrete) বলে। কংক্রীট দ্বারা রাস্তা, বাড়ীর দেওয়াল, ছাদ, মেঝে, জলের বাঁধ প্রভৃতি তৈয়ারী হয়। কংক্রীটের মধ্যে ইস্পাতের শিক, তারের জাল প্রভৃতি দিয়া ইহাকে আরও মজবুত করা যায়। এইরূপ কংক্রীটকে **রী-ইনফোর্সড্ কংক্রীট** (re-inforced concrete) বলে।

ক্যাল্‌সিয়াম ক্লোরাইড, $CaCl_2$ ঃ চুনাপাথরের ($CaCO_3$) উপরে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের ক্রিয়া দ্বারা ক্যাল্‌সিয়াম ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণ পাওয়া যায়।



$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

দ্রবণটি গাঢ় করিলে বর্ণহীন, উদগ্রাহী ক্যাল্‌সিয়াম ক্লোরাইডের সোদক স্ফটিক ($CaCl_2, 6H_2O$) কেলাসিত হয়। ইহাকে উত্তপ্ত করিয়া বিগলিত করিলে নিরুদক ক্যাল্‌সিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়।



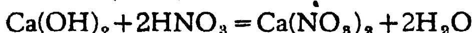
$$CaCl_2, 6H_2O \xrightarrow[\text{তাপ}]{} CaCl_2 + 6H_2O$$

ধর্ম ঃ জলে ইহা অত্যন্ত দ্রবণীয়। কোহলেও ইহার দ্রাব্যতা আছে।

নিরুদক ক্যাল্‌সিয়াম ক্লোরাইড জল শোষণ করে বলিয়া নানা রাসায়নিক পদার্থ শুষ্ক করিবার জন্য উহা ব্যবহৃত হয়। অ্যামোনিয়া গ্যাস শোষণ করিয়া এক জটিল যৌগে পরিণত হয় বলিয়া, ইহাদ্বারা অ্যামোনিয়া গ্যাস শুষ্ক করা যায় না।

ব্যবহার ঃ শোষকাধারে জল-শোষক হিসাবে এবং ক্যাল্‌সিয়াম ধাতু প্রস্তুতির জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

*** ক্যাল্‌সিয়াম নাইট্রেট, $Ca(NO_3)_2$ ঃ** কলিচুন [$Ca(OH)_2$], মার্বেল বা চুনাপাথরের ($CaCO_3$) সহিত লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া দ্বারা ক্যাল্‌সিয়াম নাইট্রেটের দ্রবণ পাওয়া যায়।



$$Ca(OH)_2 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + 2H_2O$$



$$CaCO_3 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$$

দ্রবণটি গাঢ় করিলে উহা হইতে ক্যাল্‌সিয়াম নাইট্রেটের সোদক স্ফটিক [$Ca(NO_3)_2, 4H_2O$] কেলাসিত হয়।

ধর্ম ঃ ক্যাল্‌সিয়াম নাইট্রেট সাদা উদগ্রাহী স্ফটিকাকারে পাওয়া যায়। ইহা জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়। উত্তপ্ত করিলে বিযোজিত হইয়া ইহা ক্যাল্‌সিয়াম অক্সাইড (CaO), নাইট্রোজেন পারক্সাইড (N_2O_4) এবং অক্সিজেনে পরিণত হয়।



$$2Ca(NO_3)_2 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} 2CaO + 2N_2O_4 + O_2$$

ব্যবহার ঃ জমির সার হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

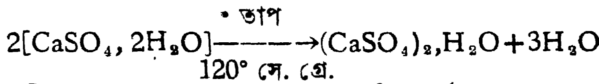
ক্যাল্‌সিয়াম সাল্‌ফেট, $CaSO_4$ ঃ অ্যান্‌হাইড্রাইট (Anhydrite, $CaSO_4$) এবং জিপ্‌সাম (Gypsum : $CaSO_4, 2H_2O$)রূপে খনিতে ক্যাল্‌সিয়াম সাল্‌ফেট পাওয়া যায়। ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেট বা হাইড্রক্সাইডের সহিত লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের ক্রিয়াদ্বারা ইহা প্রস্তুত করা হয়।



$$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2H_2O$$

ধর্ম ঃ ক্যাল্‌সিয়াম সাল্‌ফেটের জলে দ্রাব্যতা খুব কম। জিপ্‌সামকে ($CaSO_4, 2H_2O$) 120° সে. গ্রে. উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিলে কেলাসন জল আংশিক দূরীভূত হইয়া ইহা প্যারিস-প্লাস্টারে (Plaster of Paris)

পরিণত হয়। আরও উত্তপ্ত করিলে (200° সে. গ্রে.) ইহা নিরুদক লবণে পরিণত হয়। খুব উচ্চ তাপে ইহার সামান্য বিয়োজন ঘটে।



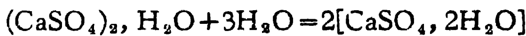
$$2[CaSO_4, 2H_2O] \xrightarrow[\text{120° সে. গ্রে.}]{\text{তাপ}} (CaSO_4)_2, H_2O + 3H_2O$$

জিপ্‌সাম প্যারিস প্লাস্টার

ব্যবহার: প্যারিস প্লাস্টার, অ্যামোনিয়াম সাল্‌ফেট, ক্রেয়ন্‌-পেন্সিল প্রভৃতি প্রস্তুতির জন্য ও জমির সার হিসাবে জিপ্‌সাম ব্যবহৃত হয়।

প্যারিস প্লাস্টার (Plaster of Paris) : একটি চুল্লীতে জিপ্‌সামকে 120° সে. গ্রে. পর্যন্ত উত্তপ্ত করিয়া প্যারিস প্লাস্টার $[(CaSO_4)_2H_2O]$ প্রস্তুত করা হয়।

ধর্ম: প্যারিস প্লাস্টার সাদা গুঁড়ার আকারে পাওয়া যায়। জলের সহিত মিশ্রিত করিলে ইহা কাদার মত নরম হইয়া যায়। তখন ইহাকে ছাঁচে ফেলিয়া যে-কোনো আকার দেওয়া যায়। জলের সহিত রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে ইহা জমিয়া সিমেণ্টের মত কঠিন পদার্থে পরিণত হয়।



$$(CaSO_4)_2, H_2O + 3H_2O = 2[CaSO_4, 2H_2O]$$

প্যারিস প্লাস্টার জিপ্‌সাম

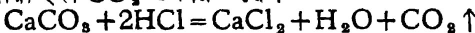
ব্যবহার: মূর্তি তৈয়ারীর জন্য, ঢালাইয়ের ছাঁচ হিসাবে ও ব্যাণ্ডেজের জন্য প্যারিস প্লাস্টার ব্যবহৃত হয়।

***ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেট, $CaCO_3$:** প্রকৃতিতে মার্বেল, চুনাপাথর, চক প্রভৃতির মধ্যে ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেট ($CaCO_3$) বিভিন্ন স্ফটিকাকারে পাওয়া যায়। চুনের $[Ca(OH)_2]$ জলে CO_2 প্রবাহিত করিলে ক্যাল্‌সিয়াম কার্বনেটের সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।



$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 \downarrow + H_2O$$

ধর্ম: ইহা জলে অদ্রাব্য। লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা ইহা CO_2 উৎপন্ন করে।



$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

উত্তপ্ত করিলে বিয়োজিত হইয়া ইহা CaO ও CO_2-এ পরিণত হয়।



$$CaCO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} CaO + CO_2$$

ব্যবহার ঃ কাচ, সিমেণ্ট ও চুন প্রস্তুতি ও ধাতু নিষ্কাশনের জন্য চুনাপাথর ব্যবহৃত হয়। ভারতের নানাস্থানে সুদৃশ্য মার্বেল পাথর পাওয়া যায়। জয়পুর, যোধপুর ও জব্বলপুরের মার্বেল খুব বিখ্যাত।

ম্যাগ্‌নেসিয়াম (Mg)

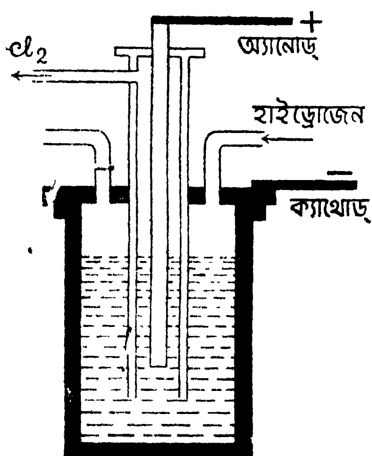
পারমাণবিক গুরুত্ব, 24 পরমাণু ক্রমাঙ্ক, 12

ক্লোরাইড রূপে ঃ স্টাসফার্ট লবণস্তূপের কার্নালাইট (Carnallite : KCl, $MgCl_2$, $6H_2O$)

কার্বনেট রূপে ঃ ম্যাগ্‌নেসাইট (Magnesite, $MgCO_3$), ডলোমাইট (Dolomite : $CaCO_3$, $MgCO_3$)

সাল্‌ফেট রূপে ঃ কিজেরাইট (Kiserite : $MgSO_4$, H_2O) প্রভৃতি ম্যাগ্‌নেসিয়ামের উল্লেখযোগ্য খনিজ যৌগ।

ম্যাগ্‌নেসিয়াম নিষ্কাশন ঃ ঢাক্‌নীযুক্ত একটি লৌহনির্মিত চতুষ্কোণ পাত্রে গলিত কার্নালাইটের তড়িদ্‌-বিশ্লেষণ দ্বারা ম্যাগ্‌নেসিয়াম প্রস্তুত করা হয়। লৌহপাত্রটিকেই **ক্যাথোড** করা হয় এবং পাত্রের মধ্যে প্রলম্বিত একটি গ্রাফাইট দণ্ডকে **অ্যানোড** করা হয়। অ্যানোডের ক্লোরিন যাহাতে ক্যাল্‌সিয়ামের সংস্পর্শে না আসে, তজ্জন্য অ্যানোড দণ্ডটি একটি পর্সেলীন নলের মধ্যে রাখা হয়। বিদ্যুৎ প্রবাহিত করিলে ক্যাথোডে ম্যাগ্‌নেসিয়াম এবং অ্যানোডে ক্লোরিন নির্গত হয়। পর্সেলীন নলের নির্গম-পথে ক্লোরিন বাহির হইয়া যায়।



ম্যাগ্‌নেসিয়াম প্রস্তুতি


ক্যাথোডে ঃ $Mg^{++} + 2e \rightarrow Mg$


অ্যানোডে ঃ $2Cl^{-} - 2e \rightarrow Cl_2$

[কার্নালাইটে Mg^{++} আয়ন এবং K^{+} আয়ন দুইই আছে, কিন্তু ম্যাগ্‌নেসিয়াম তাড়িদ্‌-রাসায়নিক পর্যায়ে পটাসিয়ামের নীচে, অর্থাৎ ইহার ইলেকট্রন-আসক্তি বেশী। সেইজন্য ম্যাগ্‌নেসিয়াম আয়নই (Mg^{++}) প্রথম ইলেকট্রন লাভ্‌ করিয়া ধাতুতে পরিণত হয়।]

উৎপন্ন ম্যাগ্‌নেসিয়াম যাহাতে বাতাসে পুড়িয়া না যায় তজ্জন্য ইহার উপর দিয়া কোল-গ্যাস অথবা হাইড্রোজেন প্রবাহিত করা হয়।

ধর্ম ঃ ম্যাগ্‌নেসিয়াম হালকা, সাদা রং-এর ধাতু। ইহাকে পিটাইয়া সরু তারে অথবা পাতে পরিণত করা যায়।

বাতাস বা অক্সিজেনে উত্তপ্ত করিলে ইহা চক্ষু-ধাঁধানো উজ্জ্বল আলোকের সহিত জ্বলিতে থাকে।


$$2Mg + O_2 = 2MgO$$

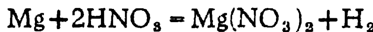
ফুটন্ত জল অথবা স্টীমের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা ইহা হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।


$$Mg + H_2O = MgO + H_2$$

অ্যাসিডের সহিত ইহা ম্যাগ্‌নেসিয়াম লবণ ও হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।


$$Mg + 2HCl = MgCl_2 + H_2$$

এমন কি লঘু, শীতল নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিতও ইহা হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।


$$Mg + 2HNO_3 = Mg(NO_3)_2 + H_2$$

(লঘু, শীতল)

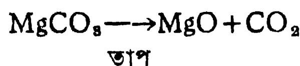
ইহার উপর ক্ষারের কোনো ক্রিয়া নাই। জ্বলন্ত ম্যাগ্‌নেসিয়াম-তার CO_2 গ্যাসের মধ্যে জ্বলিতে থাকে। ফলে, MgO এবং কার্বন-গুঁড়া উৎপন্ন হয়।


$$2Mg + CO_2 = 2MgO + C$$

ব্যবহার ঃ ফোটোগ্রাফীর ফ্লাশ-বাল্‌বে; বাজী, বোমা প্রভৃতি প্রস্তুতির জন্ম; এবং ম্যাগ্‌নেলিয়াম (Magnelium : Mg+Al), ইলেকট্রন (Elektron : Mg+Zn) প্রভৃতি হালকা ধাতু-সংকর প্রস্তুতির জন্ম ম্যাগ্‌নেসিয়াম ব্যবহৃত হয়।

ম্যাগ্‌নেসিয়াম যৌগ ঃ অক্সাইড, ক্লোরাইড, কার্বনেট ও সাল্‌ফেট ইহার উল্লেখযোগ্য যৌগ।

***ম্যাগ্‌নেসিয়াম অক্সাইড, MgO ঃ** ম্যাগ্‌নেসিয়াম অক্সাইডকে 'ম্যাগ্‌নেসিয়া'ও বলা হয়। ম্যাগ্‌নেসিয়াম কার্বনেট উত্তপ্ত করিয়া ইহা প্রস্তুত করা হয়।



$$MgCO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} MgO + CO_2$$

ধর্ম ঃ CaO-এর ন্যায় ইহা শ্বেতবর্ণ কঠিন পদার্থ এবং উত্তপ্ত করিলে সহজে গলে না। জলে ইহার দ্রাব্যতা খুবই কম, কিন্তু অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া ইহা জল ও লবণ উৎপন্ন করে।

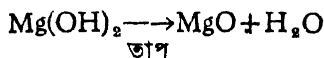
ব্যবহার ঃ উচ্চ তাপ-রোধক বলিয়া ইহার নির্মিত ইষ্টক দ্বারা চুল্লীর অভ্যন্তরভাগ আবৃত করা হয়। ঔষধেও ইহার ব্যবহার আছে।

***ম্যাগ্‌নেসিয়াম হাইড্রক্সাইড, $Mg(OH)_2$ ঃ** কোনো ম্যাগ্‌নেসিয়াম লবণের দ্রবণে কস্টিক সোডা বা কস্টিক পটাস দিলে ম্যাগ্‌নেসিয়াম হাইড্রক্সাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।



$$MgCl_2 + 2NaOH = Mg(OH)_2 + 2NaCl$$

ধর্ম ঃ জলে ইহার দ্রাব্যতা সামান্য। উত্তপ্ত করিলে অতিরিক্ত উষ্ণতায় বিযোজিত হইয়া ইহা ম্যাগ্‌নেসিয়াম অক্সাইডে পরিণত হয়।



$$Mg(OH)_2 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} MgO + H_2O$$

অ্যাসিড প্রশমিত করিয়া ইহা জল ও লবণ উৎপাদন করে। বায়ু হইতে CO_2 শোষণ করিয়া ইহা ম্যাগ্‌নেসিয়াম কার্বনেটে পরিণত হয়।

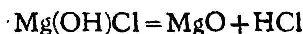
***ম্যাগ্‌নেসিয়াম ক্লোরাইড, $MgCl_2$ ঃ** লঘু হাইড্রোক্লোরিক

অ্যাসিডে ম্যাগ্‌নেসিয়াম কার্বনেট ($MgCO_3$) দ্রবীভূত করিলে ম্যাগ্‌নেসিয়াম ক্লোরাইডের যে দ্রবণ পাওয়া যায়, গাঢ় করিলে তাহা হইতে সোদক ম্যাগ্‌নেসিয়াম ক্লোরাইড ($MgCl_2$, $6H_2O$) কেলাসিত হয়।

ধর্ম ঃ ইহা জলে দ্রবণীয়, বর্ণহীন উদগ্রাহী স্ফটিক। উত্তপ্ত করিলে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া প্রথমে অক্সি-ক্লোরাইডে ও পরে অক্সাইডে পরিণত হয়।



$$MgCl_2 + H_2O = Mg(OH)Cl + HCl$$



$$Mg(OH)Cl = MgO + HCl$$

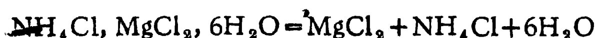
সেইজন্য সোদক ম্যাগ্‌নেসিয়াম ক্লোরাইড উত্তপ্ত করিয়া তাহাকে নিরুদক করা যায় না।

নিরুদক ম্যাগ্‌নেসিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুত করিতে হইলে উত্তপ্ত ম্যাগ্‌নেসিয়ামের উপর ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করিতে হয়।



$$Mg + Cl_2 = MgCl_2$$

ম্যাগ্‌নেসিয়াম ক্লোরাইড ও অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড মিশ্রণের দ্রবণ হইতে কেলাসন দ্বারা যে যুক্তলবণ (NH_4Cl, $MgCl_2$, $6H_2O$) পাওয়া যায়, তাহাকে উত্তপ্ত করিয়াও নিরুদক ম্যাগ্‌নেসিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুত করা সম্ভব।



$$NH_4Cl, MgCl_2, 6H_2O = MgCl_2 + NH_4Cl + 6H_2O$$

***ম্যাগ্‌নেসিয়াম সাল্‌ফেট, $MgSO_4$ ঃ** ইংলণ্ডের বাথ (Bath) ও এপ্‌সমের (Epsom) প্রস্রবণ-জলে দ্রবীভূত অবস্থায় ম্যাগ্‌নেসিয়াম সাল্‌ফেট পাওয়া যায়। সোদক লবণকে ($MgSO_4$, $7H_2O$) এপ্‌সম লবণ বলে। স্টাস্‌ফার্টের কিজেরাইট (Kieserite : $MgSO_4$, H_2O) হইতে প্রচুর এপ্‌সম লবণ প্রস্তুত করা হয়। ল্যাবরেটরিতে লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে ম্যাগ্‌নেসিয়াম কার্বনেট দ্রবীভূত করিয়া উক্ত দ্রবণ হইতে এপ্‌সম লবণ কেলাসিত করা হয়।



$$MgCO_3 + H_2SO_4 = MgSO_4 + H_2O + CO_2$$

ধর্ম ঃ এপ্‌সম লবণের জলে-দ্রবণীয় বর্ণহীন স্ফটিক জিঙ্ক সাল্‌ফেটের ($ZnSO_4$, $7H_2O$) সহিত সমাকৃতি (Isomorphous)। উত্তপ্ত করিলে ইহা নিরুদক লবণে পরিণত হয়। অধিক উত্তাপে ইহা গলিয়া যায়।

ব্যবহার ঃ ঔষধ (বিরেচক) হিসাবে এবং কাগজ, চর্ম ও বস্ত্রশিল্পে ইহা ব্যবহৃত হয়।

Exercises

1. Describe the preparation of calcium and magnesium. Explain why the preparation of calcium is not possible by the electrolysis of calcium hydroxide. Compare the properties of calcium and magnesium.

[ক্যাল্‌সিয়াম ও ম্যাগ্‌নেসিয়ামের প্রস্তুতি-প্রণালী বর্ণনা কর। ক্যাল্‌সিয়াম হাইড্রক্সাইডের তড়িদ্-বিশ্লেষণ দ্বারা ক্যাল্‌সিয়াম প্রস্তুতি সম্ভব নহে কেন? ক্যাল্‌সিয়াম ও ম্যাগ্‌নেসিয়ামের ধর্মের তুলনা কর।]

2. Complete and balance the following equations, writing 'N.R' where there is no chemical reaction.

[নিম্নলিখিত সমীকরণগুলি সম্পূর্ণ করিয়া সামঞ্জস্য বিধান কর। কোনো ক্রিয়া না হইলে 'ক্রিয়া নাই' লিখিতে হইবে।]

(*a*) $Ca + H_2 =$
(*b*) $Ca + N_2 =$
(*c*) $Mg + H_2O$ (steam) $=$
(*d*) $MgO + H_2 =$
(*e*) $Mg + NaOH =$
(*f*) $MgCl_2 + NaHCO_3 =$
(*g*) $MgSO_4 + NaOH =$
(*h*) $MgCl_2,6H_2O +$ heat $=$

3. Describe the preparation, properties and uses of the following :—

[নিম্নলিখিত পদার্থগুলির প্রস্তুতি, ধর্ম ও ব্যবহার সম্বন্ধে যাহা জান বল]

(*a*) Lime (CaO) ; (*b*) Cement ; (*c*) Plaster of Paris ; (*d*) Epsom salt.

ষষ্ঠ অধ্যায়

কপার (তাম্র), Cu

পারমাণবিক গুরুত্ব, 63·54 পরমাণুক্রম, 29

ক্যানাডার সুপিরিয়র হ্রদ অঞ্চল, রুশদেশের সাইবেরিয়া ও উরাল পর্বত এবং আমেরিকার নানাস্থানে মৌলাবস্থায় তাম্র পাওয়া যায়। তাম্রের আকরিকের মধ্যে **কপার পাইরাইটস** বা **মাক্ষিক** (Copper pyrites, $CuFeS_2$) সর্বপ্রধান। ইহা ছাড়া,

কপার গ্লান্স (Copper glance, Cu_2S)

ম্যালাকাইট [Malâchite, $CuCO_3$, $Cu(OH)_2$]

আজুরাইট [Azurite, $(CuCO_3)_2$, $Cu(OH)_2$]

প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য কপার আকরিক।

ভারতবর্ষে বিহার (সিংভূম), উড়িষ্যা, দার্জিলিং, সিকিম প্রভৃতি অঞ্চলে কপার খনি আছে। বিহারে ঘাটশীলায় একটি কপার প্রস্তুতির কারখানা আছে।

কপার নিষ্কাশন: কপার পাইরাইটস হইতে কপার প্রস্তুতি কতকগুলি বিশেষ প্রক্রিয়ার সাহায্যে সম্পাদিত হয়। প্রক্রিয়াগুলি নিম্নলিখিত রূপ:

(১) **আকরিক গাঢ়ীকরণ:** **'ফেন-ভাসন'** (Froth floatation) পদ্ধতির সাহায্যে আকরিককে ধুলাবালি, মাটি প্রভৃতি হইতে মুক্ত করা হয়। এই উদ্দেশ্যে চূর্ণীকৃত আকরিককে জলে দিয়া জলের সহিত পাইন তৈল, সোডিয়াম জ্যান্থেট (Na-xanthate) প্রভৃতি ফেনোৎপাদক পদার্থ মিশ্রিত করা হয়। ইহার মধ্যে বুদ্‌বুদাকারে বায়ু প্রবাহিত করিলে যে ফেনার সৃষ্টি হয় তাহাতে কপার পাইরাইটস ভাসিয়া উঠে, কিন্তু বালি, মাটি প্রভৃতি অপদ্রব্য নীচে থিতাইয়া যায়। এইভাবে অপদ্রব্য দূর করিয়া আকরিক গাঢ় করা হয়।

(২) **তাপ-জারণ:** গাঢ়ীকৃত আকরিক শুষ্ক করিয়া পরাবর্ত চুল্লীতে বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করা হয়। ইহার ফলে আর্সেনিক, অ্যান্টিমনি প্রভৃতি

উদ্বায়ী অক্সাইডরূপে দূরীভূত হয় এবং সাল্‌ফারের কিয়দংশ SO_2-এ পরিণত হয়। এই তাপ-জারণের ফলে কপার পাইরাইটস প্রধানত কিউপ্রাস এবং ফেরাস্ সাল্‌ফাইডের মিশ্রণে পরিণত হয় এবং ফেরাস্ সাল্‌ফাইডের কিছু অংশ ফেরাস্ অক্সাইডে রূপান্তরিত হয়।

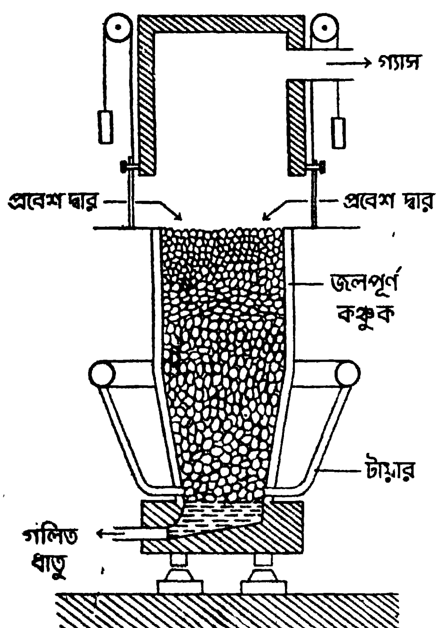


$$2CuFeS_2+O_2=Cu_2S+FeS+SO_2$$



$$2CuFeS_2+4O_2=Cu_2S+2FeO+3SO_2$$

(৩) **বিগালন ('ম্যাট'-প্রস্তুতি):** তাপ-জারিত আকরিকের সহিত কোক্ এবং সিলিকা মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটি একটি চুল্লীতে উত্তপ্ত করা হয়। আকরিক বড় বড় ডেলার মত হইলে ছোট **মারুত চুল্লীতে** তাহা বিগলিত করা যায়। কিন্তু, **চূর্ণীকৃত আকরিক** বিগালনের পক্ষে **পরাবর্ত চুল্লীই** শ্রেয়ঃ। এই বিগালন-কালে অধিকাংশ আয়রন্ ফেরাস্ অক্সাইডে পরিণত হইয়া সিলিকার (SiO_2) সহিত বিক্রিয়া দ্বারা ফেরাস্ সিলিকেটে (ধাতু-মল) পরিণত হয়।



কপার নিষ্কাষণের মারুত চুল্লী



$$2FeS+3O_2=2FeO+2SO_2$$



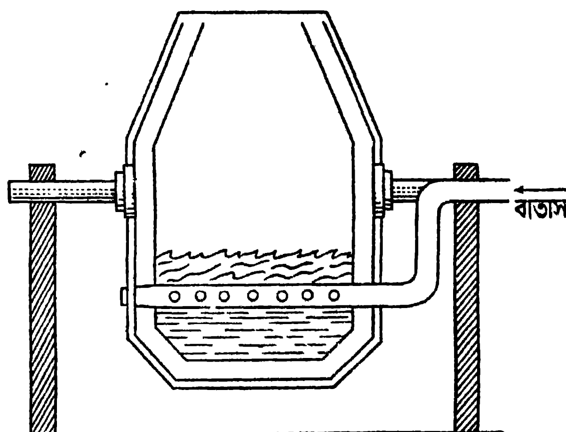
$$FeO+SiO_2=FeSiO_3$$

ফেরাস্ সিলিকেট

উপরের ভাসমান ফেরাস্ সিলিকেটের গলিত ধাতু-মল (slag)

অপসারিত করিলে নীচে যে পদার্থ থাকে তাহাকে **ম্যাট (Matte)** বলে। উহা কিউপ্রাস ও ফেরাস্ সাল্ফাইডের মিশ্রণ।

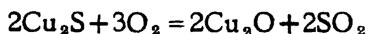
'ম্যাট' হইতে কপার (ঝাঁঝরা কপার, Blister Copper): গলিত 'ম্যাট'-এর সহিত সামান্য সিলিকা মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটি একটি **বেসিমার কন্ভারটারে** (Bessemer converter) লইয়া যাওয়া হয়। সেটাই লোহার পাত দ্বারা নির্মিত ডিম্বাকৃতি একপ্রকার চুল্লীকে 'বেসিমার



কপারের কন্ভারটার

কন্ভারটার' বলা হয়। দুই পার্শ্বে দুইটি লৌহদণ্ডের সাহায্যে ইহা ভূমি হইতে কিঞ্চিৎ উর্ধ্বে দোদুল্যমান থাকে। সাধারণ অবস্থায় ইহার মুখ উপরের দিকে থাকিলেও প্রয়োজন মত ইহাকে ঘুরাইয়া মুখ নীচের দিকে করিয়া দেওয়া যায়। কন্ভারটারের ভিতরের দিকে তাপ-সহ মৃত্তিকার পুরু আবরণ থাকে এবং **মধ্যস্থলে** একটি ছিদ্রযুক্ত নলের (টায়ার, tuyers) সাহায্যে গলিত ম্যাটের মধ্য দিয়া বায়ু পরিচালনার ব্যবস্থা থাকে। গলিত ম্যাটের মধ্য দিয়া বায়ুপ্রবাহের ফলে প্রথমে ম্যাটের আয়রন্ ফেরাস্ অক্সাইডে পরিণত হয় এবং সিলিকার (SiO_2) সহিত সংযুক্ত হইয়া উহা ফেরাস্-সিলিকেট ($FeSiO_3$) ধাতুমলে পরিণত হয়। ধাতুমল পৃথক করিয়া পুনরায় বায়ুপ্রবাহ পরিচালিত করিলে কপার সাল্ফাইডের বেশ কিছুটা

অংশ কপার অক্সাইডে পরিণত হয়। এই কপার অক্সাইডের সহিত অবশিষ্ট কপার সাল্‌ফাইডের বিক্রিয়ার ফলে ধাতব কপার এবং SO_2 উৎপন্ন হয়।



$$2Cu_2S+3O_2=2Cu_2O+2SO_2$$



$$Cu_2S+2Cu_2O=6Cu+SO_2$$

উৎপন্ন কপার কন্‌ভারটারের তলদেশে সঞ্চিত হইতে থাকে। বায়ু-প্রবাহী নল বা টায়ারগুলি ইহার উপরে হওয়ায় বায়ুপ্রবাহের দ্বারা ইহা পুনরায় জারিত হইতে পারে না। বিক্রিয়া শেষে কন্‌ভারটারটি উল্টাইয়া গলিত কপার ছাঁচে ঢালা হয়। কঠিন হওয়ার সময় ইহার মধ্য হইতে দ্রবীভূত SO_2 গ্যাস নির্গত হওয়ার জন্য কপারের তালগুলি ঝাঁঝরা হইয়া যায় বলিয়া ইহাকে **ঝাঁঝরা কপার (Blister Copper)** বলে।

কপার বিশোধন ঃ ঝাঁঝরা কপারের সহিত Fe, S, As, Pb প্রভৃতি নানা অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে বলিয়া তড়িদ্‌-বিশোধনের সাহায্যে ইহাকে বিশুদ্ধ করা হয়। এই উদ্দেশ্যে একটি তড়িদ্‌-বিশ্লেষক চৌবাচ্চায় অবিশুদ্ধ কপারের মোটা পাতকে **অ্যানোড** এবং বিশুদ্ধ কপারের সরু পাতকে **ক্যাথোড** করিয়া চৌবাচ্চাটি **কপার সাল্‌ফেট** দ্রবণে পূর্ণ করা হয়। কপার সাল্‌ফেটের সহিত কিছু লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড দেওয়া হয়। তড়িৎ প্রবাহিত করিলে অ্যানোড হইতে কপার আয়নিত হয়, এবং ক্যাথোডে সঞ্চিত হয়।



অ্যানোডে ঃ $Cu-2e=Cu^{++}$



ক্যাথোডে ঃ $Cu^{++}+2e=Cu$

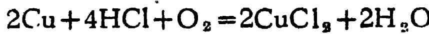
কপারের ধর্ম ঃ কপারের একটি নিজস্ব লাল রং (তাম্রবর্ণ) আছে। ইহা ঘাত-সহ নমনীয় ধাতু। ইহার গলনাঙ্ক 1083° এবং ঘনত্ব 8·85। কপারের **তাপ ও বিদ্যুৎ-পরিবাহিতা বিশেষ উল্লেখযোগ্য।**

শুষ্ক বাতাসে ইহার কোনো পরিবর্তন হয় না, কিন্তু আর্দ্র বাতাসে সাল্‌ফাইড বা অক্সাইড হওয়ার জন্য ইহার উপর কালো দাগ পড়ে। এইজন্যই পিতল বা তামার বাসনপত্র 'গাবিয়া' যায়। অনেকদিন ফেলিয়া

রাখিলে উপরের রং সবুজ হইয়া যায়। ক্ষারকীয় কপার সাল্ফেটের [$CuSO_4, Cu(OH)_2$] জন্য এই সবুজ রং হয় বলিয়া অনুমিত হয়।

জল অথবা স্টীমে কপারের কোনো পরিবর্তন হয় না।

লঘু হাইড্রোক্লোরিক অথবা সাল্ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত কপারের বিক্রিয়া হয় না। কিন্তু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড বাতাসের অক্সিজেন সহযোগে কপার দ্রবীভূত করে।



$$2Cu+4HCl+O_2=2CuCl_2+2H_2O$$

গাঢ় সাল্ফিউরিক অ্যাসিডে ফুটাইলে কপার দ্রবীভূত হইয়া কপার সাল্ফেট ও SO_2 উৎপন্ন করে।



$$Cu+2H_2SO_4=CuSO_4+2H_2O+SO_2$$

নাইট্রিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া ইহা কিউপ্রিক নাইট্রেট এবং নাইট্রোজেনের অক্সাইড উৎপন্ন করে।

ক্ষারদ্রবণে কপারের বিশেষ পরিবর্তন হয় না।

কপার সাল্ফেট বা যে-কোনো দ্রবণীয় কপার লবণের দ্রবণে জিঙ্ক বা লৌহ ডুবাইলে তাহার উপর কপারের আবরণ পড়ে।



$$Zn+CuSO_4=ZnSO_4+Cu$$

আবার $HgCl_2$-দ্রবণে কপার পাত ডুবাইলে কপারের উপর মার্কারির আবরণ পড়ে।



$$Cu+HgCl_2=CuCl_2+Hg$$

কপারের ব্যবহার: বৈদ্যুতিক তার নির্মাণ, কপার প্রলেপন, ব্লক নির্মাণ; বাসনপত্র তৈয়ারী এবং নানা প্রয়োজনীয় ধাতু-সংকর প্রস্তুতির জন্য প্রচুর কপারেব প্রয়োজন হয়। কপারের ধাতু-সংকরের মধ্যে নিম্নলিখিত-গুলি বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য।

ধাতু-সংকর	গঠন
পিতল (Brass)	কপার (70%), জিঙ্ক (30%)
কাঁসা (Bell metal)	কপার (80%), টিন (20%).

ধাতু-সংকর	গঠন
ব্রোঞ্জ (Bronze)	কপার (90%), টিন্ (10%)
জার্মান সিল্ভার (German silver)	কপার (50%), জিঙ্ক (30%), নিকেল (20%)

কপার যৌগ ঃ কপার যৌগে কপারের এক এবং দুই,—দুইপ্রকার যোজ্যতা দেখা যায়। এক-যোজ্যতা-বিশিষ্ট যৌগগুলি **কিউপ্রাস্** এবং দুই-যোজ্যতা-বিশিষ্ট যৌগগুলি **কিউপ্রিক** যৌগ নামে অভিহিত হয়। কিউপ্রাস্ অপেক্ষা কিউপ্রিক যৌগগুলি অধিক স্থায়ী বলিয়া কিউপ্রাস্ যৌগ সহজেই (এমন কি বাতাসে রাখিয়া দিলেও) জারিত হইয়া কিউপ্রিকে পরিণত হয়।

কপার যৌগের মধ্যে অক্সাইড, ক্লোরাইড, সাল্ফেট (নীল ভিট্রিয়ল, বা তুঁতে $CuSO_4, 5H_2O$) প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য।

*** কিউপ্রিক অক্সাইড, CuO ঃ** 'কালো কপার অক্সাইড' (Black Copper Oxide) নামে খ্যাত এই অক্সাইডটি সাধারণত কিউপ্রিক, নাইট্রেট অথবা কার্বনেট উত্তপ্ত করিয়া প্রস্তুত করা হয়।



$$2Cu(NO_3)_2 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} 2CuO + 4NO_2 + O_2$$

ধর্ম ঃ ইহা জলে অদ্রাব্য, কিন্তু লঘু অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া কিউপ্রিক লবণ ও জল উৎপাদন করে। কপার অক্সাইডকে হাইড্রোজেন কিংবা CO গ্যাসে উত্তপ্ত করিলে ইহা বিজারিত হইয়া ধাতব কপারে পরিণত হয়।



$$CuO + H_2 = Cu + H_2O$$



$$CuO + CO = Cu + CO_2$$

*** কিউপ্রাস্ অক্সাইড Cu_2O ঃ** কপার সাল্ফেটের ক্ষারীয় দ্রবণকে দ্রাক্ষা-শর্করার (Glucose) সহিত ফুটাইলে কিউপ্রাস্ অক্সাইডের লাল অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।

ধর্ম ঃ ইহা সহজেই জারিত হইয়া কিউপ্রিক অক্সাইডে পরিণত হয়।

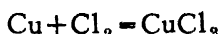
লঘু অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা ইহা কিউপ্রাস্ লবণ উৎপন্ন করে, কিন্তু কিউপ্রাস্ লবণ সহজেই জারিত হইয়া কিউপ্রিক লবণে পরিণত হয়।

***কিউপ্রিক ক্লোরাইড, $CuCl_2$:** গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে কপার অক্সাইড, হাইড্রক্সাইড বা কার্বনেট দ্রবীভূত করিলে কিউপ্রিক ক্লোরাইডের যে দ্রবণ পাওয়া যায়, তাহাকে গাঢ় করিয়া শীতল করিলে সবুজ স্ফটিকের আকারে সোদক কিউপ্রিক ক্লোরাইড ($CuCl_2, 2H_2O$) কেলাসিত হয়।



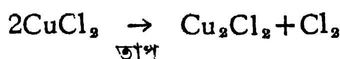
$$CuO+2HCl=CuCl_2+H_2O$$

উত্তপ্ত কপারের উপর ক্লোরিন প্রবাহিত করিয়া নিরুদক কিউপ্রিক ক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়।



$$Cu+Cl_2=CuCl_2$$

ধর্ম : কিউপ্রিক ক্লোরাইড স্ফটিকের বর্ণ সবুজ। ইহা জলে দ্রবণীয় এবং উত্তপ্ত করিলে ইহা বিযোজিত হইয়া কিউপ্রাস্ ক্লোরাইড এবং ক্লোরিনে পরিণত হয়।



$$2CuCl_2 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} Cu_2Cl_2+Cl_2$$

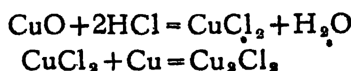
ধাতব কপার, স্ট্যানাস্ ক্লোরাইড ($SnCl_2$), সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2) প্রভৃতির দ্বারাও ইহা বিজারিত হইয়া কিউপ্রাস্ ক্লোরাইডে পরিণত হয়।



$$Cu+CuCl_2=Cu_2Cl_2$$

ব্যবহার : পূর্বে ডীকন পদ্ধতিতে ক্লোরিন প্রস্তুতির জন্য প্রভাবক হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হইত।

***কিউপ্রাস্ ক্লোরাইড, Cu_2Cl_2 :** কপার ছিবড়া ও কপার অক্সাইডের মিশ্রণকে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত ফুটাইলে যে দ্রবণ পাওয়া যায়, তাহাকে অতিরিক্ত শীতল জলে ঢালিলে সাদা কিউপ্রাস্ ক্লোরাইড (Cu_2Cl_2) অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$CuO+2HCl=CuCl_2+H_2O$$
$$CuCl_2+Cu=Cu_2Cl_2$$

ধর্ম ঃ কিউপ্রাস্ ক্লোরাইড জলে অদ্রবণীয়, কিন্তু গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং অ্যামোনিয়ায় (NH_4OH) দ্রবণীয়। এই দুইটি দ্রবণই CO গ্যাস শোষণ করে। অ্যামোনিয়া-যুক্ত কিউপ্রাস্ ক্লোরাইড দ্রবণ অক্সিজেন, কার্বন মনোক্সাইড এবং অ্যাসিটিলীন গ্যাস শোষণ করে।

ব্যবহার ঃ গ্যাস-বিশ্লেষণে অ্যামোনিয়া-যুক্ত কিউপ্রাস্ ক্লোরাইড ব্যবহৃত হয়।

কপার সাল্‌ফেট, $CuSO_4$ ঃ ইহার সোদক লবণ ($CuSO_4, 5H_2O$) **তুঁতে, ব্লু-ভিট্রিয়ল** বা নীল ভিট্রিয়ল (Blue vitriol) প্রভৃতি নামে পরিচিত।

গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত ধাতব কপার, অথবা লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত কপার অক্সাইড, হাইড্রক্সাইড ইত্যাদি ফুটাইলে বা উত্তপ্ত করিলে কপার সাল্‌ফেটের যে দ্রবণ পাওয়া যায় তাহা হইতে সোদক কপার সাল্‌ফেট ($CuSO_4$, $5H_2O$) কেলাসিত করা যায়।



$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$



$$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$$

অধিক পরিমাণে প্রস্তুত করিতে হইলে খনিজ কপার পাইরাইটকে ($CuFeS_2$) অতিরিক্ত বাতাসে সাবধানে তাপ-জারিত করা (roasted) হয়, যেন কপার সাল্‌ফাইড কপার সাল্‌ফেটে পরিণত হয়। কিন্তু আয়রন্ সাল্‌ফাইডের অধিকাংশই আয়রন্ অক্সাইড হয়।



$$4CuFeS_2 + 15O_2 = 4CuSO_4 + 4SO_2 + 2Fe_2O_3$$

ইহাকে জলে ফুটাইলে কপার সাল্‌ফেট দ্রবীভূত হইয়া অন্যান্য পদার্থ হইতে পৃথক হইয়া যায়। উক্ত দ্রবণ ছাঁকিয়া গাঢ় করিয়া তাহা হইতে সোদক কপার সাল্‌ফেট কেলাসিত করা হয়।

ধর্ম ঃ কপার সাল্‌ফেটের নীল সোদক স্ফটিক উত্তপ্ত করিলে কেলাসন জল ত্যাগ করিয়া উহা সাদা নিরুদক লবণে পরিণত হয়।



$$CuSO_4, 5H_2O \xrightarrow{\text{তাপ}} CuSO_4 + 5H_2O$$

নীল সাদা

সাদা নিরুদক লবণ-জলের সংস্পর্শে আসিলে জল শোষণ করিয়া উহা পুনরায় নীল সোদক লবণে রূপান্তরিত হয়।

কপার সাল্‌ফেট জলে দ্রবণীয়, এবং জলীয় দ্রবণে কস্টিক সোডা দিলে নীলাভ-শ্বেত কপার হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2 + Na_2SO_4$$

অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড দিলে প্রথমে অবশ্য কপার হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়, কিন্তু অতিরিক্ত অ্যামোনিয়ায় অধঃক্ষেপটি দ্রবীভূত হইয়া নীল দ্রবণে পরিণত হয়।



$$CuSO_4 + 2NH_4OH = Cu(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$$



$$Cu(OH)_2 + 4NH_4OH = \underset{\text{নীল}}{[Cu(NH_3)_4](OH)_2} + 4H_2O$$

[কপার আয়নের সহিত অ্যামোনিয়া (NH_3)-অণুর অসমযোজী বন্ধনী দ্বারা (Co-ordinate valency) সৃষ্ট যৌগিক লবণের উৎপত্তির জন্যই এরূপ হয়।]

ব্যবহার ঃ তড়িৎ-লেপনে ; বৈদ্যুতিক সেল-এ ; কীটনাশক ঔষধে ; এবং রাগবন্ধক (morolant) হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

Exercises

1. Name the principal ores of copper. Describe the extraction of copper from sulphide ores.

[কপারের প্রধান আকরিকগুলির নাম বল। সাল্‌ফাইড আকরিক (পাইরাইটস্) হইতে কপার নিষ্কাশন পদ্ধতি বর্ণনা কর।]

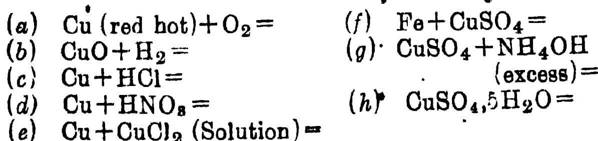
2. What is 'blister copper' ? Why does it have a blistered appearance ? How is 'blister copper' prepared from 'matte' ? How is pure copper obtained from blister copper ?

['ঝাঁঝরা কপার' কি ? উহা ঝাঁঝরা হয় কেন ? 'ম্যাট্' হইতে কিরূপে ঝাঁঝরা কপার প্রস্তুত হয় ঝাঁঝরা কপার হইতে বিশুদ্ধ কপার কি প্রকারে পাওয়া যায় ?]

3. Describe the physical and chemical properties of copper. Why don't you get hydrogen by the action of acids on copper? Mention the important uses of copper.

[কপারের ভৌত এবং রাসায়নিক ধর্ম বিবৃত কর। অ্যাসিডের সহিত ইহার বিক্রিয়ার ফলে হাইড্রোজেন পাওয়া যায় না কেন? কপারের প্রধান প্রধান ব্যবহার সম্বন্ধে আলোচনা কর।]

4. Complete and balance the following equations :—



(*a*) Cu (red hot) + O_2 =

(*b*) $CuO + H_2$ =

(*c*) Cu + HCl =

(*d*) $Cu + HNO_3$ =

(*e*) $Cu + CuCl_2$ (Solution) =

(*f*) $Fe + CuSO_4$ =

(*g*) $CuSO_4 + NH_4OH$ (excess) =

(*h*) $CuSO_4,5H_2O$ =

5. Write short notes on :—

(*a*) blue vitriol ; (*b*) brass ; (*c*) bell metal ; (*d*) cuprous chloride.

সপ্তম অধ্যায়

(জিঙ্ক ও অ্যালুমিনিয়াম)

জিঙ্ক (Zn), দস্তা

পারমাণবিক গুরুত্ব, 65 পরমাণু ক্রমাঙ্ক, 30

জিঙ্কের কয়েকটি প্রধান আকরিকের নাম নিম্নে প্রদত্ত হইল।

১। জিঙ্ক ব্লেণ্ড (Zinc blende, ZnS)

২। ক্যালামাইন (Calamine, $ZnCO_3$)

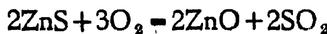
৩। ফ্রাঙ্ক্লিনাইট (Franklinite, ZnO, Fe_2O_3)

জিঙ্ক-নিষ্কাশনের জন্য সাধারণত জিঙ্ক ব্লেণ্ড ও ক্যালামাইন ব্যবহৃত হয়।

ধাতু-নিষ্কাশন :

(১) আকরিক গাঢ়ীকরণ : প্রথমে জিঙ্ক ব্লেণ্ড গুঁড়া করিয়া 'ভাসন-পদ্ধতি'র (কপার দেখ) সাহায্যে ইহার সহিত মিশ্রিত বালুকাময় আবর্জনা দূর করা হয়। এই পদ্ধতিতে আকরিকচূর্ণের সহিত কিছু জল, পাইন তৈল ও অ্যাসিড মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটির মধ্য দিয়া বায়ু পরিচালিত করিলে উহার উপরে যে ফেনা হয় তাহার সহিত জিঙ্ক-সাল্‌ফাইড চূর্ণ (ZnS) ভাসিয়া উঠে, কিন্তু অন্যান্য পদার্থগুলি নীচে থিতাইয়া যায়।

(২) তাপ-জারণ অতঃপর গাঢ়ীকৃত জিঙ্ক ব্লেণ্ড অথবা ক্যালামাইনকে বাতাসে উত্তপ্ত করিয়া তাপ জারিত করা হয়। ফলে ZnS এবং $ZnCO_3$ অক্সাইডে পরিণত হয়।



$$2ZnS + 3O_2 = 2ZnO + 2SO_2$$



$$ZnCO_3 = ZnO + CO_2$$

(৩) অক্সাইড বিজারণ : জিঙ্ক অক্সাইডের সহিত কোক্‌চূর্ণ

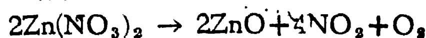
খোলটি দস্তা-নির্মিত হয়। একটি টর্চলাইট বা বিজলী বাতির ব্যাটারির উপরের কাগজটি ছাড়াইলে দেখিতে পাইবে, উহার খোলটি দস্তা-নির্মিত।

দস্তা-প্রলেপন বা গ্যালভানাইজিং (Galvanising)ঃ লোহে যাহাতে মরিচা না ধরে, তজ্জন্য অনেক সময় ইহার উপর দস্তার প্রলেপ দেওয়া হয়। ঘর তৈরীর জন্য যে ঢেউ-খেলানো **টিন** দেখা যায়, তাহা প্রকৃতপক্ষে দস্তা-লিপ্ত লোহার চাদর। বালতি, মগ প্রভৃতিও এইরূপ দস্তা-লিপ্ত চাদর হইতে প্রস্তুত করা হয়। দস্তা-প্রলেপন করিতে হইলে লোহার চাদরটি প্রথমে লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে ডুবাইয়া পরিষ্কার করা হয়। পরে গলিত জিঙ্কের উপর ডুবাইয়া উহার উপর জিঙ্কের প্রলেপ দেওয়া হয়।

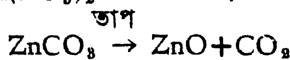
টিন-প্রলেপন ও দস্তা-প্রলেপনঃ লোহের মরিচা নিবারণের জন্য অনেক সময় ইহার উপর টিনেরও (Tin) প্রলেপ দেওয়া হয়। কিন্তু টিন-প্রলেপ অপেক্ষা দস্তা-প্রলেপ অনেক সস্তা, এবং দস্তা-লিপ্ত লোহের কোনো স্থান অনাবৃত হইলে কেবলমাত্র সেই স্থানেই মরিচা ধরে, কিন্তু টিন-প্রলিপ্ত লোহের কোনো স্থান অনাবৃত হইলে সমস্ত লোহই আক্রান্ত হয়। এইজন্য টিন-প্রলেপন অপেক্ষা দস্তা-প্রলেপন অনেক বেশী সুবিধাজনক।

জিঙ্ক যৌগঃ জিঙ্ক-যৌগের মধ্যে অক্সাইড, ক্লোরাইড, সাল্‌ফেট (শ্বেত ভিট্রিয়ল, $ZnSO_4$, $7H_2O$) প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য।

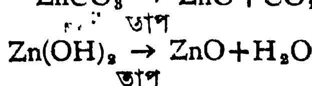
* **জিঙ্ক অক্সাইড, ZnOঃ** অক্সিজেনে জিঙ্ক পোড়াইলে সাদা তুলার মত জিঙ্ক অক্সাইড (ZnO) উৎপন্ন হয়। ইহাকে অনেক সময় Philosopher's wool বলা হয়। জিঙ্ক নাইট্রেট [$Zn(NO_3)_2$], জিঙ্ক হাইড্রক্সাইড [$Zn(OH)_2$] অথবা জিঙ্ক কার্বনেট ($ZnCO_3$) উত্তপ্ত করিলেও জিঙ্ক অক্সাইড উৎপন্ন হয়।



$$2Zn(NO_3)_2 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} 2ZnO + 4NO_2 + O_2$$



$$ZnCO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} ZnO + CO_2$$



$$Zn(OH)_2 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} ZnO + H_2O$$

ধর্ম ঃ জিঙ্ক অক্সাইড জলে অদ্রবণীয়, কিন্তু অ্যাসিড ও ক্ষারে দ্রবণীয়। সেইজন্য ইহাকে **উভধর্মী** (Amphoteric) অক্সাইড বলা হয়। ইহা ক্ষার ও অ্যাসিড উভয়ের সহিত ক্রিয়া করে।



$$ZnO + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O$$



$$ZnO + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + H_2O$$

সোডিয়াম
জিঙ্কেট

ব্যবহার ঃ জিঙ্ক হোয়াইট (Zinc white) নামে ইহা রং হিসাবে ব্যবহৃত হয়। হোয়াইট লেড (white led) বা সফেদা অপেক্ষা ইহার ব্যবহার অনেক ক্ষেত্রে সুবিধাজনক। কারণ, হাইড্রোজেন সাল্‌ফাইডের সংস্পর্শে ইহা কালো হইয়া যায় না।

জিঙ্ক ক্লোরাইড, $ZnCl_2$ ঃ লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে জিঙ্ক, উহার অক্সাইড, অথবা কার্বনেট দ্রবীভূত করিলে জিঙ্ক ক্লোরাইডের দ্রবণ পাওয়া যায়।



$$ZnCO_3 + 2HCl = ZnCl_2 + H_2O + CO_2$$

জিঙ্ক ক্লোরাইড দ্রবণ গাঢ় করিয়া তাহাতে কিছু গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ঢালিলে সোদক জিঙ্ক ক্লোরাইড ($ZnCl_2$, H_2O) কেলাসিত হয়। উত্তপ্ত করিলে অংশত আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া ইহা হাইড্রক্সি-ক্লোরাইডে পরিণত হয় বলিয়া এ ক্ষেত্রে সোদক লবণ উত্তপ্ত করিয়া নিরুদক করা যায় না।



$$ZnCl_2 + H_2O = Zn(OH)Cl + HCl$$

নিরুদক জিঙ্ক ক্লোরাইড প্রস্তুত করিতে হইলে ধাতব জিঙ্ককে হয় ক্লোরিন, না হয় হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসে উত্তপ্ত করিতে হয়।



$$Zn + Cl_2 = ZnCl_2$$

ধর্ম ঃ ইহা সাদা, উদগ্রাহী কঠিন পদার্থ। জলে অত্যধিক দ্রবণীয় এবং কোহল (alcohol), অ্যাসিটোন (acetone) প্রভৃতিতেও কিছুটা দ্রবণীয়।

ব্যবহার ঃ জল-শোষক হিসাবে; কাষ্ঠসংরক্ষণে; দন্তচিকিৎসায়; এবং ঝালাইয়ের উপকরণ হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

***জিঙ্ক সাল্ফেট, $ZnSO_4$ ঃ** ইহার সোদক লবণ ($ZnSO_4, 7H_2O$) **শ্বেত ভিট্রিয়ল** (white vitriol) নামে পরিচিত। জিঙ্ক (ধাতু), জিঙ্ক কার্বনেট ($ZnCO_3$), বা জিঙ্ক অক্সাইডের (ZnO) সহিত লঘু সাল্ফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া দ্বারা ইহা প্রস্তুত করা হয়।

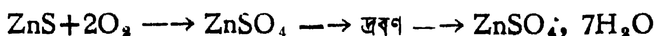


$$ZnCO_3 + H_2SO_4 = ZnSO_4 + CO_2 + H_2O$$



$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$$

শিল্পপদ্ধতিতে জিঙ্ক ব্লেণ্ডকে (Zinc blende, ZnS) অপেক্ষাকৃত নিম্ন উষ্ণতায় বায়ুতে উত্তপ্ত করিয়া জারিত করা হয়। এইভাবে তাপ-জারণের ফলে জিঙ্ক সাল্ফাইড জিঙ্ক সাল্ফেটে পরিণত হয়।

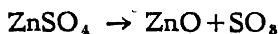


$$ZnS + 2O_2 \xrightarrow{\text{তাপ-জারণ}} ZnSO_4 \xrightarrow{\text{জল}} \text{দ্রবণ} \xrightarrow{\text{কেলাসন}} ZnSO_4, 7H_2O$$

ধর্ম ঃ শ্বেত ভিট্রিয়লের স্ফটিক এপ্সম লবণের ($MgSO_4, 7H_2O$) সহিত সমাকৃতি। ইহা উদত্যাগী (Efflorescent) এবং জলে দ্রবণীয়। উত্তপ্ত করিলে ইহা জল ত্যাগ করিয়া নিরুদক হয়, এবং অধিক উত্তাপে বিযোজিত হইয়া জিঙ্ক অক্সাইডে পরিণত হয়।

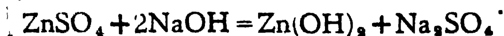


$$ZnSO_4, 7H_2O \xrightarrow[\text{তাপ}]{} ZnSO_4 + 7H_2O$$



$$ZnSO_4 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} ZnO + SO_3$$

জিঙ্ক সাল্ফেট দ্রবণে অনতিরিক্ত কস্টিক সোডা দিলে সাদা জিঙ্ক হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$ZnSO_4 + 2NaOH = Zn(OH)_2 + Na_2SO_4$$

অতিরিক্ত কস্টিক সোডায় অধঃক্ষেপটি দ্রবীভূত হইয়া যায়।



$$Zn(OH)_2 + 2NaOH = Na_2ZnO_2 + 2H_2O$$

ব্যবহার ঃ লিথোপোন (Lithopone, $BaSO_4$ ও ZnS-এর মিশ্রণ) নামক রং প্রস্তুতির জন্য; চোখের ঔষধ হিসাবে; চর্ম-সংরক্ষণে; এবং রাগবন্ধক হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

অ্যালুমিনিয়াম (Al)

পারমাণবিক গুরুত্ব, 26·97   পরমাণু ক্রমাঙ্ক, 13

নানা যৌগের মধ্যে পৃথিবীতে প্রচুর অ্যালুমিনিয়াম পাওয়া যায়। প্রাচুর্যের দিক হইতে অক্সিজেন এবং সিলিকনের পরেই ইহার স্থান, এবং ভূত্বকের ওজনের শতকরা প্রায় 7·4 ভাগ অ্যালুমিনিয়াম দ্বারা গঠিত। অ্যালুমিনিয়াম খনিজের মধ্যে নিম্নলিখিত খনিজগুলি বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

সিলিকেট: মাইকা বা অভ্র (Mica, $KAlSiO_4$), ফেল্‌ড্‌স্পার (Feldspar, $KAlSi_3O_8$), কেওলিন বা চীনামাটি (Kaolin : $Al_2Si_2O_7$, $2H_2O$) প্রভৃতি।

অক্সাইড: প্রয়োজনীয়তার দিক হইতে বক্সাইট (Bauxite : Al_2O_3, $2H_2O$) বা সোদক অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডই অ্যালুমিনিয়ামের সর্বপ্রধান খনিজ। অন্যান্য অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের মধ্যে চুনি (Ruby), পান্না (Emerald), নীলা (Saphire) প্রভৃতি মূল্যবান্ রত্ন হিসাবে সমাদৃত, এবং কুরুবিন্দ পাথর (Corundum) কাচ-কাটা ও পালিশ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

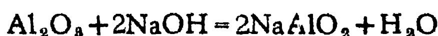
ফ্লুওরাইড: ক্রায়োলাইট (Cryolite, Na_3AlF_6)।

অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন: বর্তমানে পৃথিবীর প্রয়োজনীয় সমস্ত অ্যালুমিনিয়াম মার্কিন রাসায়নিক হল্ (Charles M. Hall) এবং ফরাসী রাসায়নিক হের়ো (P. L. T. Héroult) আবিষ্কৃত পদ্ধতির সাহায্যে বক্সাইটের তড়িদ্-বিশ্লেষণ দ্বারা প্রস্তুত করা হয়। এই পদ্ধতির দুইটি বিভিন্ন পর্যায় আছে।

(১) বক্সাইটের বিশোধন এবং

(২) তড়িদ্-বিশ্লেষণ।

বক্সাইট বিশোধন: খনিজ বক্সাইট প্রধানত সোদক অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (Al_2O_3, $2H_2O$) হইলেও ইহার সহিত ফেরিক অক্সাইড, সিলিকা প্রভৃতি মিশ্রিত থাকে। বক্সাইটকে এই সমস্ত অপদ্রব্য হইতে মুক্ত না করিলে উৎপন্ন অ্যালুমিনিয়াম অত্যন্ত ভঙ্গুর হয়। বক্সাইট বিশোধনের জন্য চূর্ণীকৃত বক্সাইটকে উচ্চ চাপে কস্টিক সোডা দ্রবণে উত্তপ্ত করা হয়। ফলে, অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড সোডিয়াম অ্যালুমিনেট রূপে, এবং সিলিকা সিলিকেট রূপে দ্রবীভূত হয়, কিন্তু ফেরিক অক্সাইড অদ্রাব্য থাকিয়া যায়।

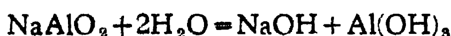


$$Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$$



$$SiO_2 + 2NaOH = Na_2SiO_3 + H_2O$$

দ্রবণ হইতে অদ্রাব্য ফেরিক অক্সাইড ছাঁকিয়া লইয়া তাহাতে কিছু সদ্যো-প্রস্তুত অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড দেওয়া হয়, এবং মিশ্রণটি কয়েক ঘণ্টা ধরিয়া মন্থন করা হয়। ইহাতে সোডিয়াম অ্যালুমিনেটের আর্দ্র-বিশ্লেষণ দ্বারা অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষেপণের পথ সুগম হয়।



$$NaAlO_2 + 2H_2O = NaOH + Al(OH)_3$$

অধঃক্ষিপ্ত $Al(OH)_3$ ছাঁকিয়া শুষ্ক করিয়া অতিরিক্ত উত্তাপে দগ্ধ করিলে ইহা বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডে (Al_2O_3) পরিণত হয়।

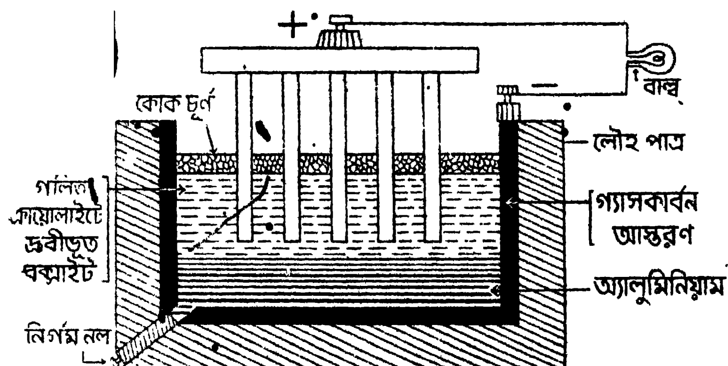


$$2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O$$

ধাতু-নিষ্কাশন: তড়িদ্-বিশ্লেষণের জন্য বিশুদ্ধ বক্সাইট গলিত ক্রায়োলাইটে (Na_3AlF_6) দ্রবীভূত করা হয়। গলনাঙ্ক কমাইবার জন্য ক্রায়োলাইটের সহিত সামান্য ফ্লুওরস্পার (CaF_2) দেওয়া হয়। একটি লোহার চৌবাচ্চায় তড়িদ্-বিশ্লেষণ করা হয়। চৌবাচ্চার ভিতরের দেওয়াল কার্বন (গ্রাফাইট) দ্বারা আবৃত থাকে। এই কার্বনকেই ক্যাথোড করা হয়।

চৌবাচ্চার মধ্যভাগে প্রলম্বিত কতকগুলি কার্বন দণ্ডকে অ্যানোড করা

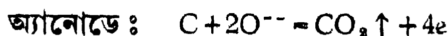
হয়। বিদ্যুৎ প্রবাহিত করিলে যে বৈদ্যুতিক শিখার (Eletric arc) সৃষ্টি হয় তাহাতেই ক্রায়োলাইট গলিয়া যায়, এবং গলিত ক্রায়োলাইটের



অ্যালুমিনিযাম নিষ্কাশন

বিদ্যুৎরোধ-জনিত তাপ ইহাকে গলিত অবস্থায় রাখে। বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে নিম্নলিখিত রাসায়নিক ক্রিয়া হয়।


ক্যাথোডে ঃ $Al^{+++} + 3e = Al$


অ্যানোডে ঃ $C + 2O^{--} = CO_2 \uparrow + 4e$

ফলে, অ্যানোডের কার্বন কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হইয়া ক্রমশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। অ্যানোডের ক্ষয় কিঞ্চিৎ নিবারণের জন্য গলিত ক্রায়োলাইটের উপর কার্বনচূর্ণ ছড়াইয়া দেওয়া হয়। তড়িদ্-বিশ্লেষণের ফলে Al_2O_3-এর পরিমাণ কমিয়া গেলে একটি বাল্ব জ্বলিয়া উঠে। তখন ইহাতে আরও অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড দেওয়া হয়। গলিত অ্যালুমিনিয়াম চৌবাচ্চার নীচে সঞ্চিত হয় এবং মধ্যে মধ্যে নির্গমনল দ্বারা উহা বাহির করিয়া লওয়া হয়।

অ্যালুমিনিয়ামের বিশোধন (হুপ্ পদ্ধতি)ঃ একটি তড়িদ্-বিশ্লেষক সেল-এর পাত্রে অবিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম ও কপারের গলিত ধাতু-সংকরকে অ্যানোড করা হয়, এবং একেবারে উপরের বিশুদ্ধ

অ্যালুমিনিয়ামের একটি গলিত স্তরকে ক্যাথোড করা হয়। এই উভয়ের মধ্যে থাকে গলিত সোডিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম এবং বেরিয়াম ফ্লুওরাইড মিশ্রণের একটি স্তর। তড়িৎ-প্রবাহের ফলে, ক্যাথোডে বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম সঞ্চিত হয় এবং অ্যানোড হইতে অ্যালুমিনিয়াম আয়নিত হয়


ক্যাথোডে : $Al^{+++} + 3e = Al$


অ্যানোডে : $Al - 3e = Al^{+++}$

অ্যালুমিনিয়ামের ধর্ম : অ্যালুমিনিয়াম সাদা কঠিন ধাতু। সাধারণ প্রচলিত ধাতুর মধ্যে ইহা সর্বাপেক্ষা হালকা (ঘনত্ব = 2·7)। ইহার গলনাঙ্ক 658° সে গ্রে.। ইহা উত্তম তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহী। নমনীয় ও ঘাত-সহ বলিয়া ইহাকে পিটাইয়া সরু পাতে অথবা টানিয়া সরু তারে পরিণত করা যায়। উপরিভাগে অক্সাইডের একটি সূক্ষ্ম আবরণ পড়িয়া যাওয়ায় বাতাসে ইহার আর কোনো পরিবর্তন হয় না। 800° সে. গ্রে.-এর উপরে উত্তপ্ত করিলে ইহা পুড়িয়া অক্সাইড ও নাইট্রাইডে পরিণত হয়।

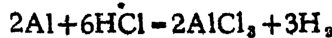

$$4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3$$


$$2Al + N_2 = 2AlN$$

পরীক্ষা : একটি ছোট অ্যালুমিনিয়াম বাটির অভ্যন্তরভাগ পরিষ্কার করিয়া ধুইয়া তাহাতে $HgCl_2$-এর সম্পৃক্ত দ্রবণ লইয়া ২/১ মিনিট রাখ। ইহার ফলে অ্যালুমিনিয়ামের উপরিভাগ পারদ-সংকরে আবৃত হইবে। $HgCl_2$-দ্রবণ ফেলিয়া বাটিটি ধুইয়া লও ও কিছুক্ষণ হাতে ধরিয়া থাক। দেখিবে, অল্পকালের মধ্যে বাটিটি এত গরম হইয়াছে যে আর ধরিয়া রাখা যায় না। অ্যালুমিনিয়াম ও অক্সিজেনের দ্রুত রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলেই এই তাপ উৎপন্ন হয়। অ্যালুমিনিয়ামের উপরিভাগে পারদ-সংকর থাকায় ইহার উপর অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের আবরণ পড়িতে পারে না, সেইজন্য জারণ-ক্রিয়া নির্বিঘ্নে চলিতে থাকে।

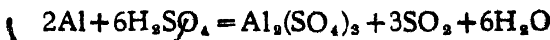
উপরিভাগে অক্সাইড আবরণের জন্য অ্যালুমিনিয়ামকে জলে ফুটাইলে অথবা ইহার উপর দিয়া স্টীম প্রবাহিত করিলেও ইহার কোনো পরিবর্তন হয় না। এইজন্যই রন্ধন করিবার বাসনপত্রে ইহার ব্যবহার সম্ভব হয়।

অ্যাসিডের মধ্যে লঘু এবং গাঢ় উভয়প্রকার হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডেই ইহা দ্রবীভূত হয়।



$$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$$

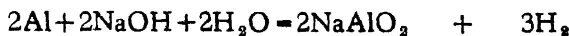
লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে ইহার কোনো পরিবর্তন হয় না, কিন্তু গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে ফুটাইলে SO_2 নির্গত হয়।



$$2Al + 6H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$$

অ্যালুমিনিয়ামের উপর নাইট্রিক অ্যাসিডের (লঘু অথবা গাঢ়) কোনো ক্রিয়া নাই। সম্ভবত নাইট্রিক অ্যাসিডের জারকগুণের প্রভাবে ইহার উপর অদ্রবণীয় অক্সাইডের একটি আবরণ পড়ার জন্যই এরূপ হয়।

কস্টিক সোডা, কস্টিক পটাস প্রমুখ তীব্র ক্ষার-দ্রবণে দ্রবীভূত হইয়া ইহা হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।

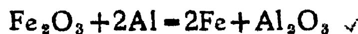


$$2Al + 2NaOH + 2H_2O = 2NaAlO_2 + 3H_2$$

সোডিয়াম অ্যালুমিনেট

ক্লোরিন ও নাইট্রোজেনে উত্তপ্ত করিলে ইহা ক্লোরাইড ও নাইট্রাইডে পরিণত হয়।

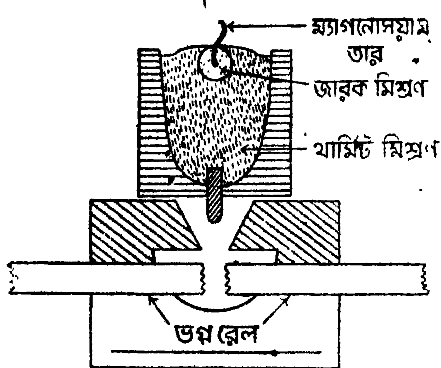
অক্সিজেনের প্রতি ইহার তীব্র আসক্তির জন্য পাড়িদ্-রাসায়নিক পর্যায়ে অ্যালুমিনিয়াম ইহার নিম্নস্থ ধাতুকে (Fe, Cr, Mn) তাহাদের অক্সাইড হইতে বিজারিত করে।



$$Fe_2O_3 + 2Al = 2Fe + Al_2O_3$$

এই বিক্রিয়াকালে এত তাপ উৎপন্ন হয় যে উৎপন্ন আয়রন গলিত অবস্থায় পাওয়া যায়। ইহার সাহায্যে লোহার রেল প্রভৃতি তাহাদের স্বস্থানে রাখিয়াই জোড়া দেওয়া হয়। অ্যালুমিনিয়ামচূর্ণ ও ফেরিক অক্সাইডের মিশ্রণকে থার্মিট মিশ্রণ (Thermit Mixture) বলে, এবং ইহার সাহায্যে জোড়লাগানোকে থার্মিট পদ্ধতি (Thermit process) বলে।

থার্মিট পদ্ধতি ঃ তাপ-সহ মৃত্তিকানির্মিত একটি মূষায় থার্মিট-মিশ্রণ লইয়া একটি সরু ম্যাগ্নেসিয়াম পাতের সাহায্যে তাহাতে অগ্নিসংযোগ করা হয়। বিক্রিয়ার সহায়তার জন্য মিশ্রণের মধ্যস্থলে কিছু BaO_2 এবং ম্যাগ্নেসিয়ামচূর্ণ রাখা হয়। বিক্রিয়ার ফলে শ্বেততপ্ত গলিত লৌহ মূষার তলদেশের ছিদ্রপথে বাহির হইয়া জোড়ের মুখে ভাঙা জায়গায় গিয়া পড়ে এবং দুইটি খণ্ডকে সংযুক্ত করে।



থার্মিট পদ্ধতি

ব্যবহার ঃ অ্যালুমিনিয়ামের বিভিন্ন ধাতু-সংকর, যথা—ডুরালমিন (Duralmin, Al, Mg, Cu, Mn), ম্যাগ্নেলিয়াম (Magnalium, Mg, Al) প্রভৃতি হালকা অথচ ঘাত-সহ বলিয়া এরোপ্লেন প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

সস্তা এবং টেঁকসই বলিয়া বাসনপত্র নির্মাণে অ্যালুমিনিয়ামের চাহিদা ক্রমশ বৃদ্ধি পাইতেছে।

বৈদ্যুতিক তার (Cable) নির্মাণে, রং হিসাবে (অ্যালুমিনিয়ামচূর্ণ) এবং থার্মিট পদ্ধতিতে যথেষ্ট অ্যালুমিনিয়াম ব্যবহৃত হয়।

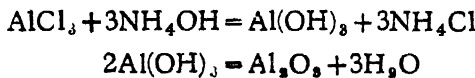
চকোলেট, টফি প্রভৃতি মুড়িবার জন্য পাতলা অ্যালুমিনিয়াম পাত ব্যবহার করা হয়।

অ্যালুমিনিয়াম যৌগ ঃ অক্সাইড, ক্লোরাইড (নিরুদক) এবং সালফেট (অ্যালাম ইত্যাদিতে) ইহার উল্লেখযোগ্য প্রয়োজনীয় যৌগ।

অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড, Al_2O_3 ঃ প্রকৃতিতে কুরুবিন্দ (Corundum), এমারি (Emery) প্রভৃতি প্রস্তর রূপে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড

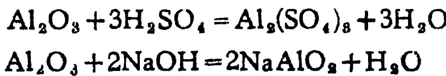
পাওয়া যায়। অ্যালুমিনিয়ামের প্রধান আকরিক বক্সাইট (Bauxite) সোদক অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ($Al_2O_3, 2H_2O$)। স্বচ্ছ কুরুবিন্দ পাথরে ফেরিক্ অক্সাইড, ক্রোমিয়াম অক্সাইড প্রভৃতি নানা অক্সাইড স্বল্প পরিমাণে দ্রবীভূত থাকিলে ইহা মূল্যবান্ প্রস্তররূপে সমাদৃত হয়। চুনি (Ruby) —লাল, পান্না (Emerald)—সবুজ, পোখরাজ (Topaz)—হলুদ, নীলা (Saphire)—নীল, প্রভৃতি মূল্যবান্ রত্ন প্রকৃতপক্ষে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ব্যতীত কিছুই নহে।

প্রস্তুতি : কোনো দ্রবণীয় অ্যালুমিনিয়াম লবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH) দিলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইডের যে সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়, ছাঁকিয়া উত্তপ্ত করিলে উহা অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডে পরিণত হয়।



$$AlCl_3 + 3NH_4OH = Al(OH)_3 + 3NH_4Cl$$
$$2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O$$

ধর্ম : অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড শ্বেতবর্ণ কঠিন পদার্থ। উহা জলে অদ্রবণীয়, কিন্তু অ্যাসিড ও ক্ষার উভয়েই দ্রবণীয়।



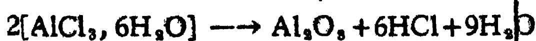
$$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$
$$Al_2O_3 + 2NaOH = 2NaAlO_2 + H_2O$$

সুতরাং অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডকে **উভধর্মী** অক্সাইড বলা যাইতে পারে।

ব্যবহার : কুরুবিন্দ ও এমারি কাচ-কাটা ও পালিশ করার জন্য এবং চুনি, পান্না. প্রভৃতি রত্ন হিসাবে ব্যবহৃত হয়। ফিটকিরি প্রভৃতি প্রস্তুত করিতে ও রাগবন্ধক হিসাবে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের ব্যবহার আছে।

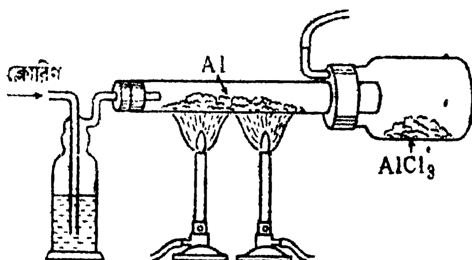
অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড, $AlCl_3$: লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু অথবা অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণটি গাঢ় করিলে অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইডের সোদক স্ফটিক ($AlCl_3, 6H_2O$)

কেলাসিত হয়। সোদক স্ফটিক উত্তপ্ত করিয়া নিরুদক স্ফটিক পাওয়া যায় না। আর্দ্র-বিশ্লেষণের জন্ত উহা অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডে পরিণত হয়।



$$2[AlCl_3, 6H_2O] \xrightarrow{\text{তাপ}} Al_2O_3 + 6HCl + 9H_2O$$

নিরুদক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুত করিতে হইলে একটি শক্ত কার্বনলে অ্যালুমিনিয়াম চোকলা উত্তপ্ত করিয়া তাহার উপর শুষ্ক ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করা হয়। পার্শ্বপ্রদত্ত চিত্রের দক্ষিণ পার্শ্বের গ্রাহককূপীতে নিরুদক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড সঞ্চিত হয়।



অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড প্রস্তুতি



$$2Al + 3Cl_2 = 2AlCl_3$$

ধর্ম ঃ নিরুদক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড সাদা উদ-গ্রাহী স্ফটিকাকার পদার্থ। আর্দ্র বায়ুর সংস্পর্শে ইহা হইতে ধূম নির্গত হয় এবং উত্তপ্ত করিলে ইহা উর্ধ্বপাতিত হয়। ইহা জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়, এবং কিঞ্চিৎ আর্দ্র-বিশ্লেষণের ফলে জলীয় দ্রবণ অ্যাসিড-গুণযুক্ত হয়।



$$AlCl_3 + 3H_2O = Al(OH)_3 + 3HCl$$

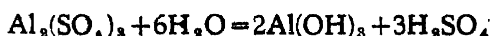
ব্যবহার ঃ জৈব রসায়নে প্রভাবক হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

অ্যালুমিনিয়াম সালফেট, $Al_2(SO_4)_3$ ঃ লঘু সালফিউরিক অ্যাসিডে বক্সাইট (Bauxite, Al_2O_3, $2H_2O$) বা খনিজ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড দ্রবীভূত করিলে অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের যে দ্রবণ পাওয়া যায়, তাহা হইতে সোদক অ্যালুমিনিয়াম সালফেট $[Al_2(SO_4)_3, 18H_2O]$ কেলাসিত করা হয়।



$$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$$

ধর্ম: অ্যালুমিনিয়াম সালফেট জলে দ্রবণীয়, এবং জলীয় দ্রবণে ইহা কিছুটা আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয় বলিয়া দ্রবণটি আম্লিক হয়।



$$Al_2(SO_4)_3+6H_2O=2Al(OH)_3+3H_2SO_4$$

ইহা সোডিয়াম, পটাসিয়াম প্রভৃতি **একযোজী** ধাতুর সালফেটের সহিত যুক্ত হইয়া **অ্যালাম** বা ফিটকিরি-জাতীয় এক বিশেষ শ্রেণীর দ্বি-ধাতুক লবণ উৎপাদন করে। যথা—পটাস অ্যালাম K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3$, $24H_2O$।

ব্যবহার: অ্যালাম প্রস্তুতিতে, পানীয় জল বিশোধনে, রঞ্জনশিল্পে রাগবন্ধক হিসাবে, এবং চর্ম পরিষ্করণে (ট্যানিং) ইহা ব্যবহৃত হয়।

***পটাস অ্যালাম (Alum) বা ফিটকিরি:** অ্যালুমিনিয়াম সালফেট দ্রবণে প্রয়োজনানুযায়ী পটাসিয়াম সালফেট দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণটি গাঢ় করিলে উহা হইতে অ্যালাম বা ফিটকিরি [K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3$, $24H_2O$] কেলাসিত হয়।

অ্যালুনাইট (Alunite) বা অ্যালাম প্রস্তর হইতে: খনিজ অ্যালাম প্রস্তর বা অ্যালুনাইট [K_2SO_4, $Al_2(SO_4)_3$, $4Al(OH)_3$] গুঁড়া করিয়া গাঢ় সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত 500° হইতে 600°-তে উত্তপ্ত করিয়া অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবীভূত করা হয়। অতঃপর দ্রবণটি শীতল করিয়া তাহাতে প্রয়োজন মত পটাসিয়াম সালফেট দিয়া গাঢ় করিলে স্ফটিকাকারে অ্যালাম কেলাসিত হয়।

ধর্ম: অ্যালাম বা ফিটকিরি জলে দ্রবণীয়, সাদা স্ফটিকের আকারে পাওয়া যায়। জলীয় দ্রবণ কষায়-স্বাদযুক্ত এবং অ্যাসিড-ধর্মী। জলীয় দ্রবণে ইহাকে পটাসিয়াম সালফেট এবং অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের মিশ্রণ বলিয়া মনে হয়। অ্যালুমিনিয়াম সালফেটের কিছুটা আর্দ্র-বিশ্লেষিত হওয়ার জন্যই দ্রবণটির অ্যাসিড-গুণ দেখা যায়।



$$Al_2(SO_4)_3+6H_2O=2Al(OH)_3+3H_2SO_4$$

ব্যবহার: রঞ্জনশিল্পে রাগবন্ধক হিসাবে, জল পরিষ্করণে, চর্ম বিশোধনে

ও ঔষধে ইহা ব্যবহৃত হয়। শরীরের কোনো স্থানে সামান্য কাটিয়া রক্ত পড়িতে থাকিলে সেই স্থানে অ্যালাম ঘষিয়া দিলে রক্ত বন্ধ হয়।

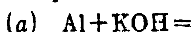
Exercises

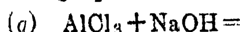
1. Name the principal ores of aluminium. Describe the extraction of aluminium from bauxite. [অ্যালুমিনিয়ামের প্রধান আকরিকগুলির নাম বল। বক্সাইট হইতে অ্যালুমিনিয়াম নিষ্কাশন পদ্ধতি বর্ণনা কর।]

2. What are the principal ores of zinc? How is zinc extracted from its ores? [জিঙ্কের প্রধান আকরিক কি কি? আকরিক হইতে কি ভাবে জিঙ্ক নিষ্কাশন করা হয়?]

3. Describe the chemical action of the following on aluminium and zinc :—[নিম্নলিখিত পদার্থগুলির সহিত Al এবং Zn-এর রাসায়নিক ক্রিয়া বর্ণনা কর :—(a) oxygen ; (b) water ; (c) acid ; (d) alkali.

4. Complete and balance the following equations :—


(a) $Al + KOH =$


(g) $AlCl_3 + NaOH =$ (excess)

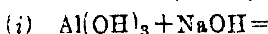

(b) $Al_2O_3 + H_2 =$

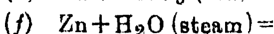

(c) $Al + HNO_3$ (dil.) =


(h) $ZnSO_4 + NaOH =$ (excess)


(d) $Zn + KOH$ (Solu.) =


(e) $Zn + HNO_3$ (dil.) =


(i) $Al(OH)_3 + NaOH =$

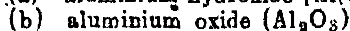

(f) $Zn + H_2O$ (steam) =

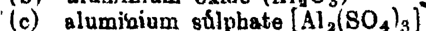
5. Describe how you will prepare (a) Common alum, (b) ferri-alum from the following substances :—[নিম্নলিখিত পদার্থগুলির সাহায্যে কিরূপে (ক) সাধারণ অ্যালাম এবং (খ) আয়রন অ্যালাম প্রস্তুত করিবে বল।]

(a) aluminium foil, (b) sulphuric acid (conc.), (c) iron-filings, (d) caustic potash, (e) ammonium hydroxide, (f) water.

6. Starting from metallic aluminium how will you prepare the following with the help of common laboratory reagents? [অ্যালুমিনিয়াম ধাতু হইতে সাধারণ ল্যাবরেটরি-বিক্রিয়কদের সাহায্যে নিম্নলিখিত পদার্থগুলি কিরূপে প্রস্তুত করিবে?]


(a) aluminium hydroxide [$Al(OH)_3$]


(b) aluminium oxide (Al_2O_3)


(c) aluminium sulphate [$Al_2(SO_4)_3$]

অষ্টম অধ্যায়

টিন এবং লেড

টিন (রাং), Sn

পারমাণবিক গুরুত্ব, 118·7 পরমাণু ক্রমাঙ্ক, 50

টিনের প্রধান আকরিক **ক্যাসিটেরাইট** বা **টিন-স্টোন** (SnO_2)। মালয়, ব্রহ্মদেশ, চীন, ইংল্যাণ্ড (কর্নওয়াল), বলিভিয়া প্রভৃতি দেশে ক্যাসিটেরাইট পাওয়া যায়। আমাদের দেশে হাজারিবাগ অঞ্চলে কিছু টিন-স্টোন আছে।

নিষ্কাশন: আকরিক গুঁড়া করিয়া প্রথমে জলের স্রোতে ধৌত করা হয়। ইহাতে বালি, মাটি প্রভৃতি জলের স্রোতে ভাসিয়া যায়, এবং ভারী টিন-স্টোন নীচে পড়িয়া থাকে। গাঢ়ীকৃত আকরিক বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করিয়া তাপ-জারিত করার ফলে আর্সেনিক, সাল্‌ফার, আয়রন্ ও কপার সাল্‌ফাইড প্রভৃতি জারিত হয়। জারিত আকরিক পুনরায় ধৌত করিয়া উহার সহিত কোক্‌চুর্ণ মিশ্রিত করা হয় এবং মিশ্রণটি পরাবর্ত চুল্লীতে উত্তপ্ত করিয়া টিন-স্টোনকে বিজারিত করা হয়।



$$SnO_2 + 2C = Sn + 2CO$$

চুল্লীর তলদেশ হইতে গলিত টিন একটি ঢালু মেঝে দিয়া গড়াইয়া লইয়া যাওয়া হয়। এই সময় কঠিন অপদ্রব্যগুলি মেঝের গায়ে লাগিয়া যায়, কিন্তু তরল টিন নিয়ে রক্ষিত ছাঁচে গিয়া সঞ্চিত হয়।

টিনের ধর্ম: টিন রজতশুভ্র, নমনীয়, ঘাতসহ ধাতু। ইহাকে পিটাইয়া খুব সরু পাতে পরিণত করা যায়। ইহার ঘনত্ব 7·2, এবং গলনাঙ্ক 232° সেঃ গ্রে.। একটি টিনের পাতকে বাঁকাইলে তাহা হইতে এক প্রকার কিচকিচ শব্দ হয়। উহাকে 'টিনের ক্রন্দন' (cry of tin)।

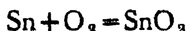
বলে। প্রকৃতপক্ষে ধাতব স্ফটিকগুলির পরস্পরের সহিত ঘর্ষণের জন্যই এরূপ শব্দ হয়।

ধাতব টিনের তিনটি বিভিন্ন প্রকার স্ফটিকাকৃতির জন্য তিনটি বিভিন্ন রূপ (allotropic modifications) দেখা যায়। এক-একটি রূপ একটি নির্দিষ্ট উষ্ণতা সীমার মধ্যে স্থায়ী হয়; যথা—

নাম	স্থায়িত্বের উষ্ণতা-সীমা
১। ধূসর টিন (Grey tin)	13° সে. গ্রে.-এর নীচে;
২। শ্বেত টিন (White tin)	13 হইতে 161° ডিগ্রি পর্যন্ত;
৩। রম্বিক টিন (Rhombic tin)	161° ডিগ্রির উপর।

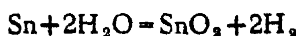
শীতপ্রধান দেশে উষ্ণতা খুব কমিয়া গেলে অনেক সময় টিনের তৈয়ী জিনিসপত্র ভাঙ্গিয়া গুঁড়া হইয়া যায়। নেপোলিয়নের রুশ অভিযানের সময় পিটার্সবার্গের অত্যধিক শীতে তাঁহার সৈন্যদের পদক ইত্যাদি ভাঙ্গিয়া গুঁড়া হইয়া গিয়াছিল বলিয়া কথিত আছে। শ্বেত টিন ধূসর টিনে পরিবর্তিত হওয়ার জন্যই এরূপ হয়। এই একই কারণে অত্যধিক ঠাণ্ডায় রাখিয়া দিলে টিনের উপরিভাগ অনেক সময় ফোস্কার মত ফুলিয়া উঠে। ইহাকে টিন-প্লেগ (Tin-plague) বলা হয়।

বাতাসে রাখিলে টিনের কোনো পরিবর্তন হয় না। তবে বাতাসের সংস্পর্শে গলিত টিনের উপর পাতলা সরের মত স্ট্যানিক্ অক্সাইডের একটি আবরণ পড়িতে দেখা যায়।



$$Sn + O_2 = SnO_2$$

জলে ইহার কোনো পরিবর্তন হয় না। তবে শ্বেত-তপ্ত টিনের উপর স্টীম প্রবাহিত করিলে হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।



$$Sn + 2H_2O = SnO_2 + 2H_2$$

অ্যাসিডের মধ্যে লঘু হাইড্রোক্লোরিক ও সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা ইহা হাইড্রোজেন ও স্ট্যানাস্ লবণ উৎপন্ন করে।

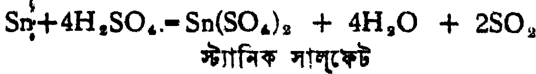


$$Sn + 2HCl = SnCl_2 + H_2$$



$$Sn + H_2SO_4 = SnSO_4 + H_2$$

গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত ক্রিয়া প্রায় একই রূপ হয়, কিন্তু গাঢ় সাল্ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা SO_2 এবং স্ট্যানিক সাল্ফেট উৎপন্ন হয়।



$$Sn + 4H_2SO_4 = Sn(SO_4)_2 + 4H_2O + 2SO_2$$

স্ট্যানিক সাল্ফেট

শীতল ও লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত $Sn(NO_3)_2$, NH_4NO_3 ইত্যাদি উৎপন্ন হয়।



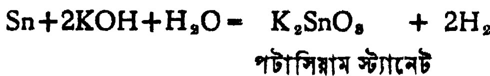
$$4Sn + 10HNO_3 = 4Sn(NO_3)_2 + 3H_2O + NH_4NO_3$$

গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত বিক্রিয়ায় NO_2 এবং মেটাস্ট্যানিক অ্যাসিড বা সোদক টিন ডাই-অক্সাইড (H_2SnO_3 অথবা SnO_2, H_2O) উৎপন্ন হয়।



$$Sn + 4HNO_3 = H_2SnO_3 + 4NO_2 + H_2O$$

কস্টিক সোডা, কস্টিক পটাস প্রভৃতি তীব্র ক্ষারের উষ্ণ দ্রবণে দ্রবীভূত হইয়া ইহা হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে।



$$Sn + 2KOH + H_2O = K_2SnO_3 + 2H_2$$

পটাসিয়াম স্ট্যানেট

ব্যবহার: লৌহপাত্রে যাহাতে মরিচা না ধরে, তজ্জন্য উহার উপর টিনের প্রলেপ দেওয়া হয়। কেরোসিনের টিন, সংরক্ষিত ফল বা অন্য খাদ্যের কৌটা প্রভৃতির উপর টিন-প্রলেপ দেওয়ার জন্য প্রচুর টিন ব্যবহৃত হয়।

টিন-প্রলেপ দেওয়ার জন্য প্রথমে পাত্রটির উপর একটু NH_4Cl দিয়া উত্তপ্ত করা হয়, তারপর উহাকে গলিত টিনের মধ্যে ডুবানো হয়।

প্রলেপ দেওয়া ছাড়া অনেক প্রয়োজনীয় ধাতু-সংকর প্রস্তুতির জন্যও প্রচুর টিন ব্যবহৃত হয়। টিন-ঘটিত ধাতু-সংকরের মধ্যে,

ব্রোঞ্জ (Bronze, Sn+Cu+Zn)

রাং-ঝাল (Solder, Sn+Pb)

টাইপ ধাতু (Type metal, Pb+Sn+Sb)

পিউটার (Pewter, Sn+Pb)

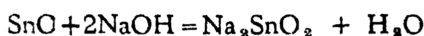
প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য।

টিন যৌগ : টিন যৌগের মধ্যে দুই এবং চার, এই দুইপ্রকার যোজ্যতা দেখা যায়। দুই-যোজ্যতা-বিশিষ্ট যৌগগুলিকে স্ট্যানাস, ও চার-যোজ্যতা-বিশিষ্ট যৌগগুলিকে স্ট্যানিক যৌগ বলা হয়। স্ট্যানাস যৌগগুলি সহজেই জারিত হয় বলিয়া তাহারা বিজারক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। ফেরিক ক্লোরাইডের তপ্ত দ্রবণে স্ট্যানাস ক্লোরাইড দিলে উহা বিজারিত হইয়া ফেরাস ক্লোরাইডে পরিণত হয়।



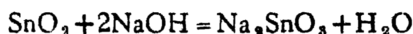
$$2FeCl_3+SnCl_2=2FeCl_2+SnCl_4$$

অক্সাইড : স্ট্যানাস অক্সাইড (SnO) এবং স্ট্যানিক অক্সাইড (SnO_2) নামক টিনের দুইটি অক্সাইডই উভধর্মী।



$$SnO+2NaOH=Na_2SnO_2+H_2O$$

সোডিয়াম স্ট্যানাইট



$$SnO_2+2NaOH=Na_2SnO_3+H_2O$$

সোডিয়াম স্ট্যানাইট (Na_2SnO_3) বিজারক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

স্ট্যানাস ক্লোরাইড, $SnCl_2$: উত্তপ্ত গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে টিন দ্রবীভূত করিয়া স্ট্যানাস ক্লোরাইড প্রস্তুত করা হয়।



$$Sn+2HCl=SnCl_2+H_2$$

দ্রবণটি গাঢ় করিয়া শীতল করিলে সোদক স্ট্যানাস ক্লোরাইড ($SnCl_2$, $2H_2O$) কেলাসিত হয়।

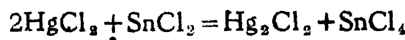
শুষ্ক হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাসের প্রবাহে টিন উত্তপ্ত করিলে নিরুদক স্ট্যানাস ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

ধর্ম : স্ট্যানাস ক্লোরাইড ($SnCl_2$) বর্ণহীন কঠিন পদার্থ। জলে দ্রবণীয় হইলেও জলীয় দ্রবণে লবণটি অংশত আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয়।

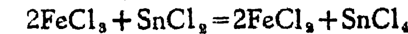


$$SnCl_2 + H_2O = \underset{\text{টিন অক্সি-ক্লোরাইড}}{Sn(OH)Cl} + HCl$$

ইহার বিজারক-গুণ বিশেষ উল্লেখযোগ্য। ফেরিক ক্লোরাইড, মারকিউরিক ক্লোরাইড প্রভৃতিকে ইহা বিজারিত করে।



$$2HgCl_2 + SnCl_2 = Hg_2Cl_2 + SnCl_4$$



$$2FeCl_3 + SnCl_2 = 2FeCl_2 + SnCl_4$$

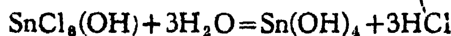
ব্যবহার : রঞ্জনশিল্পে, এবং বিজারক হিসাবে ল্যাবরেটরিতে ইহা ব্যবহৃত হয়।

স্ট্যানিক ক্লোরাইড, $SnCl_4$: গলিত টিনের মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করিয়া নিরুদক স্ট্যানিক ক্লোরাইড প্রস্তুত করা হয়।

ধর্ম : স্ট্যানিক ক্লোরাইড বর্ণহীন উদ্বায়ী তরল পদার্থ। আর্দ্র বাতাসে ইহা হইতে ধূম নির্গত হয়। স্বল্প পরিমাণ জলে দ্রবীভূত করিলে যে পরিষ্কার দ্রবণ পাওয়া যায়, তাহা হইতে সোদক লবণ কেলাসিত হয়। অধিক জলে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া ইহা প্রথমে হাইড্রক্সি-ক্লোরাইড ও পরে স্ট্যানিক হাইড্রক্সাইডে পরিণত হয়।



$$SnCl_4 + H_2O = SnCl_3(OH) + HCl$$



$$SnCl_3(OH) + 3H_2O = Sn(OH)_4 + 3HCl$$

ব্যবহার : বাটার অব টিন নামে পরিচিত সোদক স্ট্যানিক ক্লোরাইড ($SnCl_4, 5H_2O$) রাগবন্ধক (morolant) হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

স্ট্যানাস সালফাইড, SnS : স্ট্যানাস ক্লোরাইড দ্রবণে H_2S প্রবাহিত করিলে চকোলেট রং-এর স্ট্যানাস সালফাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



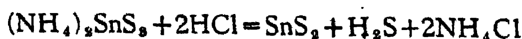
$$SnCl_2 + H_2S = SnS + 2HCl$$

ধর্ম ঃ উত্তপ্ত গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং পীত অ্যামোনিয়াম সাল্‌ফাইডে (yellow ammonium sulphide) ইহা দ্রবণীয়।



$$(NH_4)_2S_2 + SnS = (NH_4)_2SnS_3$$

এই দ্রবণে অ্যাসিড দিলে উহাতে হলুদবর্ণের স্ট্যানিক সাল্‌ফাইড্ অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$(NH_4)_2SnS_3 + 2HCl = SnS_2 + H_2S + 2NH_4Cl$$

স্ট্যানিক সাল্‌ফাইড, SnS_2 ঃ স্ট্যানিক্ ক্লোরাইড দ্রবণে H_2S প্রবাহিত করিলে হলুদ স্ট্যানিক সাল্‌ফাইড্ অধঃক্ষিপ্ত হয়। শুষ্কভাবে টিনের পারদ-সংকর, সাল্‌ফার ও নিশাদল (NH_4Cl) একত্র উত্তপ্ত করিলে স্ট্যানিক সাল্‌ফাইডের যে স্বর্ণাভ গুঁড়া পাওয়া যায় তাহা **মোজায়িক গোল্ড (Mosaic gold)** নামে সস্তায় স্বর্ণ-প্রলেপ দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়।

লেড্ (সীসা), Pb

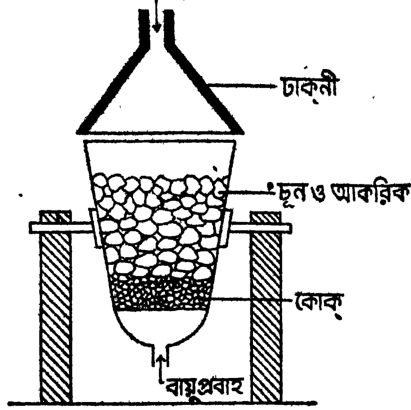
পারমাণবিক গুরুত্ব, 207·21 পরমাণু ক্রমাঙ্ক, 82

লেড্ আকরিকের মধ্যে গ্যালেনা-ই (Galena, PbS) সর্বপ্রধান। গ্যালেনা ছাড়া সেরুসাইট (Cerussite, $PbCO_3$), অ্যাঙ্গ্‌লিসাইট (Angl.site, $PbSO_4$) প্রভৃতি লেডের উল্লেখযোগ্য আকরিক।

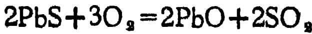
লেড্ নিষ্কাশন ঃ

(১) **আকরিক গাঢ়ীকরণ ঃ** চূর্ণীকৃত গ্যালেনাকে পূর্ববর্ণিত 'ফেনা-ভাসান' পদ্ধতির (Froth Floatation Process) সাহায্যে মাটি, বালু প্রভৃতি অপদ্রব্য হইতে মুক্ত করিয়া গাঢ় করা হয়।

(২) তাপ-জারণ : গাঢ়ীকৃত গ্যালেনা-চূর্ণ চিত্রানুরূপ একটি চুল্লীতে তপ্ত বায়ুপ্রবাহে এরূপভাবে উত্তপ্ত করা হয়, যেন আংশিক গলনের ফলে আকরিক চূর্ণগুলি ডেলা বাঁধিয়া যায়। ইহাতে পরবর্তী পর্যায়ে মারুত-চুল্লীতে (Blast furnace) বিগলন অনেক সহজ হয়। এই তাপ-জারণের ফলে লেড সাল্‌ফাইড (PbS), অক্সাইডে পরিণত হয়।



গ্যালেনার তাপ-জারণ

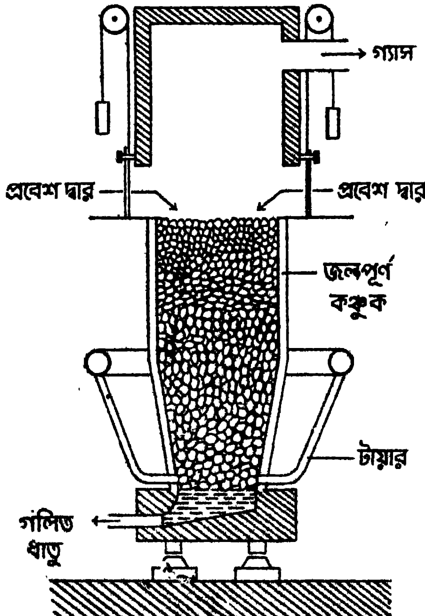


$$2PbS + 3O_2 = 2PbO + 2SO_2$$

(৩) বিগালন : পূর্ববর্তী ক্রিয়ালব্ধ আকরিকের ডেলাগুলির (প্রধানত PbO) সহিত কোকচূর্ণ এবং বিগালক হিসাবে কিছু আয়রন্‌অক্সাইড (Fe_2O_3) ও চুন (CaO) মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটি একটি মারুত-চুল্লীতে (Blast furnace) বিগালিত করা হয়। ইহার ফলে PbO কার্বন কর্তৃক বিজারিত হয়।



$$PbO + C = Pb + CO$$



লেড্ নিষ্কাশনের মারুত-চুল্লী

লেড্ সাল্‌ফাইডের (PbS) কিছু অবশিষ্ট থাকিলে, তাহাও লেড্ অক্সাইড (PbO) দ্বারা বিজারিত হয়।



$$PbS + 2PbO = 3Pb + SO_2$$

গলিত লেড্ চুল্লীর নীচে সঞ্চিত হয় এবং একটি নির্গম-দ্বার দিয়া উহা মধ্যে মধ্যে বাহির করা হয়।

আকরিকে যদি কিছু সিলিকা থাকে, চুনের (CaO) সহিত বিক্রিয়া দ্বারা তাহা ক্যাল্‌সিয়াম সিলিকেটে ($CaSiO_3$) পরিণত হয়। অপরিবর্তিত লেড্ সাল্‌ফাইড (PbS) ফেরিক অক্সাইড (Fe_2O_3) কর্তৃক লেড্ অক্সাইডে পরিবর্তিত হইয়া কার্বন দ্বারা বিজারিত হয়।



$$CaO + SiO_2 = CaSiO_3$$



$$2PbS + Fe_2O_3 + 3C = 2FeS + 2Pb + 3CO$$

ক্যাল্‌সিয়াম সিলিকেট এবং আয়রন্ সাল্‌ফাইডের ধাতুমল (slag) একটি ভিন্ন নির্গম-নালী দিয়া বাহির করিয়া লওয়া হয়।

লেড্ বিশোধন ঃ উপরিবর্ণিত প্রথায় প্রাপ্ত লেড্ বিশুদ্ধ হয় না। ইহার সহিত আর্সেনিক, অ্যান্টিমনি, কপার, সিল্‌ভার প্রভৃতি নানা অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে। গলিত লেড্‌কে পরাবর্ত চুল্লীতে (Reverberatory furnace) বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করিলে সিল্‌ভার ব্যতীত অন্যান্য পদার্থগুলি জারিত হইয়া উপরে সরের মত ভাসিয়া উঠে। ছাকনী দ্বারা উহা সরাইয়া ফেলা হয়। পার্কস্ প্রণালীতে (Parke's Process) লেড্ হইতে সিল্‌ভার অপসারিত করা হয়।

বেট্ (Bett's Process) প্রণালীতে তড়িৎ-বিশোধন দ্বারা বিশুদ্ধ লেড্ প্রস্তুত করা হয়। এই প্রণালীতে অবিশুদ্ধ লেড্ পাতকে অ্যানোড এবং বিশুদ্ধ লেডের সরু পাতকে ক্যাথোড্ করিয়া একটি তড়িদ্-বিশ্লেষক চৌবাচ্চায় রাখা হয়, এবং চৌবাচ্চাটি লেড্ সিলিকো-ফ্লুওরাইড দ্রবণে ($PbSiF_6$) পূর্ণ করিয়া তাহার মধ্য দিয়া তড়িৎ প্রবাহিত করা হয়। ফলে, অ্যানোড হইতে লেড্ আয়নিত হইয়া দ্রবণে যায় এবং দ্রবণ হইতে ক্যাথোডে বিশুদ্ধ লেড্ সঞ্চিত হয়।

অ্যানোডে : $Pb - 2e = Pb^{++}$

ক্যাথোডে : $Pb^{++} + 2e = Pb$

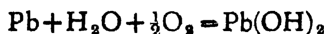
লেডের ধর্ম : লেডের বর্ণ নীলাভ ধূসর। ইহার ঘনত্ব 11·4 এবং গলনাঙ্ক 327°। ইহা এত কোমল যে নখ দিয়া ইহাতে আঁচর কাটা যায়। সাদা কাগজের উপর ইহা কালো দাগ কাটে। গলনাঙ্কের কাছাকাছি উত্তপ্ত করিলে ইহা কাদার ন্যায় নরম হইয়া যায়, তখন ছাঁচের মধ্যে ফেলিয়া চাপ প্রয়োগ দ্বারা ইহা হইতে পাইপ (pipe) ইত্যাদি প্রস্তুত করা হয়।

শুষ্ক বাতাসে ইহার কোনো পরিবর্তন হয় না, কিন্তু আর্দ্র বাতাসে জল, বায়ু এবং কার্বন ডাই-অক্সাইডের প্রভাবে ইহার উপর ক্ষারকীয় লেড্ কার্বনেটের একটি আবরণ পড়ে। অক্সিজেন বা বাতাসে বিগলিত করিলে ইহা ধীরে ধীরে জারিত হইয়া লিথার্জে (Litharge, PbO) পরিণত হয়।



$$2Pb + O_2 = 2PbO$$

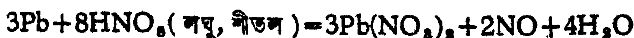
জল বিশুদ্ধ হইলে, এবং তাহাতে অক্সিজেন বা বাতাস দ্রবীভূত না থাকিলে, তাহার সহিত লেডের কোনো রাসায়নিক ক্রিয়া হয় না। অক্সিজেন দ্রবীভূত থাকিলে সাদা $Pb(OH)_2$ অধঃক্ষিপ্ত হয়।



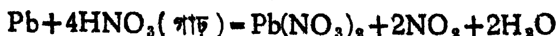
$$Pb + H_2O + \frac{1}{2}O_2 = Pb(OH)_2$$

লেড্ হাইড্রক্সাইডের [$Pb(OH)_2$] সামান্য দ্রাব্যতা আছে। দ্রবণীয় লেড্ যৌগ শরীরের পক্ষে অত্যন্ত ক্ষতিকর। প্রতিদিন সামান্য পরিমাণে খাইতে থাকিলেও ইহা শরীরের মধ্যে সঞ্চিত হইতে থাকে এবং পরে ইহার বিষক্রিয়া দেখা দেয়। সহরে জল সরবরাহের জন্য সাধারণত লেড্-পাইপ ব্যবহৃত হয়। সুতরাং জলের মধ্যে লেড্ দ্রবীভূত অবস্থায় আসিয়া শরীরের ক্ষতি করিতে পারে। কিন্তু জল যদি 'খর' (hard) হয়, অর্থাৎ ইহার মধ্যে দ্রবীভূত ক্যাল্সিয়াম বাই-কার্বনেট, সাল্ফেট ইত্যাদি থাকে, তবে পাইপের অভ্যন্তরভাগে ক্ষারকীয় লেড্ কার্বনেট বা লেড্ সাল্ফেটের অদ্রাব্য আস্তরণ পড়ায় জন্য আর লেড্ জলে দ্রবীভূত হয় না। সেইজন্য লেড্-পাইপ দ্বারা সরবরাহের পূর্বে পানীয় জলে চুন মিশ্রিত করিয়া উহা 'খর' করা হয়।

অ্যাসিডের মধ্যে নাইট্রিক অ্যাসিডেই ইহা সর্বাপেক্ষা সহজে দ্রবীভূত হয়।



$$3Pb+8HNO_3(\text{লঘু, শীতল})=3Pb(NO_3)_2+2NO+4H_2O$$



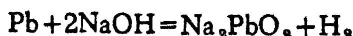
$$Pb+4HNO_3(\text{গাঢ়})=Pb(NO_3)_2+2NO_2+2H_2O$$

লেডের উপর লঘু হাইড্রোক্লোরিক ও সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের কোনো ক্রিয়া নাই। ধাতুর উপর প্রায় অদ্রাব্য $PbCl_2$ এবং $PbSO_4$-এর একটি আস্তরণ পড়ায় রাসায়নিক ক্রিয়া বন্ধ হইয়া যায়। উত্তপ্ত গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক বা সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে ইহা কিছুটা দ্রাব্য।



$$Pb+2H_2SO_4=PbSO_4+2H_2O+SO_2\uparrow$$

কস্টিক ক্ষারের (NaOH অথবা KOH) সহিত উত্তপ্ত করিলে ইহা দ্রবণীয় সোডিয়াম প্লাম্বাইটে পরিণত হয়।



$$Pb+2NaOH=Na_2PbO_2+H_2$$

সোডিয়াম
প্লাম্বাইট

তাড়িদ্‌-রাসায়নিক পর্যায়ে লেডের উপরিস্থিত যে-কোনো ধাতু কোনো লেড্‌-লবণের জলীয় দ্রবণ হইতে লেড্‌ প্রতিস্থাপিত করে।



জলীয় দ্রবণে, $Pb(NO_3)_2=Pb^{++}+2NO_3^-$



$$Zn+Pb^{++}=Zn^{++}+Pb.$$

পরীক্ষা (Lead-tree, বা সীসক বৃক্ষ)ঃ একটি বীকারে লেড্‌ অ্যাসিটেট দ্রবণ লইয়া তাহাতে সুতার সাহায্যে ছোট এক টুকরা দস্তা (Zn) ঝুলাইয়া দাও। কয়েকদিন এইভাবে রাখিলে দেখিবে যে দস্তা টুকরার গায়ে সূচিকাকৃতি উজ্জ্বল স্ফটিক সঞ্চিত হওয়ার ফলে ইহাকে একটি বৃক্ষের ন্যায় দেখাইতেছে।

ব্যবহার ঃ জলের পাইপ, চৌবাচ্চা, ইলেকট্রিক-তারের খোল, বন্দুকের গুলী, ব্যাটারির (অ্যাসিড ব্যাটারি) প্লেট, সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড-প্রস্তুতির জন্ম সীসক-প্রকোষ্ঠ প্রভৃতি তৈয়ারীর জন্ম প্রচুর লেডের

প্রয়োজন হয়। ইহা ছাড়া টাইপ মেটাল (Pb, Sb, Sn), রাং-ঝাল (Solder, Pb, Sn), পিউটার (Pewter, Pb, Sn) প্রভৃতি প্রয়োজনীয় ধাতু-সংকর, এবং সফেদা বা হোয়াইট লেড্ (white lead) প্রস্তুতির জন্যও প্রচুর লেড্ ব্যবহৃত হয়।

লেড যৌগ : প্রয়োজনের দিক হইতে লিথার্জ (PbO) বা মুদ্রাশঙ্খ, রেড লেড্ বা সীস-সিন্দুর (Pb_3O_4), লেড্ নাইট্রেট [$Pb(NO_3)_2$], লেড্ অ্যাসিটেট [$Pb(CH_3CO_2)_2$] এবং হোয়াইট লেড্ [$(PbCO_3)_2$, $Pb(OH)_2$] বা সীস-শ্বেত (সফেদা) বিশেষ উল্লেখযোগ্য লেড্ যৌগ।

লেড্ অক্সাইড (লেড্ মনোক্সাইড, লিথার্জ বা মুদ্রাশঙ্খ, PbO) : লেড্ নাইট্রেট [$Pb(NO_3)_2$], লেড্ কার্বনেট ($PbCO_3$) অথবা রেড্ লেড্ (Pb_3O_4) উত্তপ্ত করিয়া লেড্ মনোক্সাইড প্রস্তুত করা যায়। গলিত সীসার উপর বায়ু প্রবাহিত করিলে লেড্ অক্সাইড সরের ন্যায় ভাসিতে থাকে। এই সর অপসারিত করিয়া চূর্ণ করিলে হলুদগুঁড়ার ন্যায় লিথার্জ পাওয়া যায়।

ধর্ম : ইহা উভধর্মী অক্সাইড ; অ্যাসিড ও ক্ষার উভয়েই ইহা দ্রবীভূত হয়।



$$PbO+2HNO_3=Pb(NO_3)_2+H_2O$$



$$PbO+2NaOH=Na_2PbO_2+H_2O$$

সোডিয়াম
প্লাম্বাইট

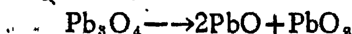
লেড্ ক্লোরাইড ($PbCl_2$) এবং লেড্ সালফেট ($PbSO_4$) জলে অদ্রাব্য বলিয়া লেড্ অক্সাইড হাইড্রোক্লোরিক এবং সালফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত হয় না।

রেড লেড্ বা সীস-সিন্দুর, Pb_3O_4 : লেড্ মনোক্সাইডকে (PbO) 450° ডিগ্রিতে কিছুক্ষণ বাতাসের মধ্যে উত্তপ্ত করিলে ইহা রেড লেডে পরিণত হয়।



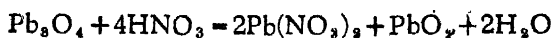
$$6PbO+O_2=2Pb_3O_4$$

ধর্ম ঃ 470° সে. গ্রে.-এর উর্ধ্বে উত্তপ্ত করিলে ইহা বিযোজিত হইয়া পুনরায় লিথার্জে পরিণত হয়। নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ইহার রাসায়নিক ক্রিয়া দেখিয়া মনে হয় ইহার মধ্যে PbO এবং PbO_2—এই দুইটি অক্সাইড সংযুক্ত আছে।



$$Pb_3O_4 \longrightarrow 2PbO + PbO_2$$

তপ্ত, লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত রেড্ লেডের রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে লেড্ নাইট্রেট [$Pb(NO_3)_2$] এবং লেড্ ডাই-অক্সাইড্ (PbO_2) উৎপন্ন হয়।

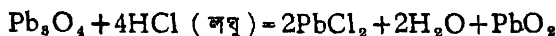


$$Pb_3O_4 + 4HNO_3 = 2Pb(NO_3)_2 + PbO_2 + 2H_2O$$

অর্থাৎ, $\overbrace{2PbO + PbO_2} + 4HNO_3 = 2Pb(NO_3)_2 + 2H_2O + PbO_2$

(ক্ষার) (অ্যাসিড) (লবণ) (জল) (অবিকৃত)

সেইরূপ,



$$Pb_3O_4 + 4HCl \text{ (লঘু)} = 2PbCl_2 + 2H_2O + PbO_2$$

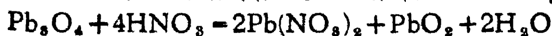
কিন্তু, গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের সহিত ইহা ক্লোরিন উৎপন্ন করে।



$$Pb_3O_4 + 8HCl = 3PbCl_2 + Cl_2 + 4H_2O$$

ব্যবহার ঃ লাল রং হিসাবে, ও দেশলাই শিল্পে ইহা ব্যবহৃত হয়।

*** লেড্ ডাই-অক্সাইড, PbO_2 ঃ** রেড লেডের উপর লঘু, তপ্ত নাইট্রিক অ্যাসিডের ক্রিয়া দ্বারা ইহা প্রস্তুত করা হয়।



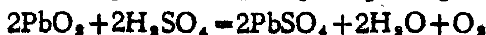
$$Pb_3O_4 + 4HNO_3 = 2Pb(NO_3)_2 + PbO_2 + 2H_2O$$

অদ্রাব্য লেড্ ডাই-অক্সাইড পরিস্রাবণ দ্বারা পৃথক করিয়া ধৌত করা হয়।

ধর্ম ঃ ইহা জল, নাইট্রিক অ্যাসিড, লঘু হাইড্রোক্লোরিক অথবা সালফিউরিক অ্যাসিডে অদ্রাব্য। কিন্তু তপ্ত গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এবং সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত ইহার রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে যথাক্রমে ক্লোরিন ও অক্সিজেন নির্গত হয়।

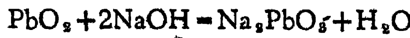


$$PbO_2 + 4HCl = PbCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$



$$2PbO_2 + 2H_2SO_4 = 2PbSO_4 + 2H_2O + O_2$$

লেড ডাই-অক্সাইড (PbO_2) উভধর্মী। তপ্ত ক্ষারে দ্রবীভূত হইয়া ইহা প্লাম্বেটে পরিণত হয়।



$$PbO_2 + 2NaOH = Na_2PbO_3 + H_2O$$

সোডিয়াম প্লাম্বেট

ইহার জারণ-ক্ষমতা উল্লেখযোগ্য। SO_2-কে জারিত করিয়া ইহা $PbSO_4$ উৎপন্ন করে।



$$PbO_2 + SO_2 = PbSO_4$$

লেড ক্লোরাইড, $PbCl_2$: লেড নাইট্রেট দ্রবণে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিলে লেড ক্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।



$$Pb(NO_3)_2 + 2HCl = PbCl_2 + 2HNO_3$$

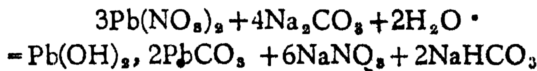
ধর্ম : লেড ক্লোরাইড শীতল জলে অদ্রাব্য, কিন্তু উষ্ণ জলে কিছুটা দ্রাব্য।

লেড কার্বনেট, $PbCO_3$: কোনো লেড লবণের জলীয় দ্রবণে সোডিয়াম বাই-কার্বনেট দিলে সাদা লেড কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$Pb(NO_3)_2 + 2NaHCO_3 = PbCO_3 + 2NaNO_3 + H_2O + CO_2$$

কিন্তু বাই-কার্বনেটের পরিবর্তে কার্বনেট দ্রবণ দিলে, ক্ষারকীয় লেড কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$3Pb(NO_3)_2 + 4Na_2CO_3 + 2H_2O$$
$$= Pb(OH)_2, 2PbCO_3 + 6NaNO_3 + 2NaHCO_3$$

ক্ষারকীয় লেড কার্বনেট

উপরের সমীকরণটি বিভিন্ন অংশে বিভক্ত করিলে সামঞ্জস্যবিধান সহজ হয়।



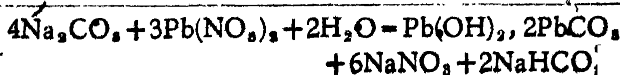
$$2Na_2CO_3 + 2H_2O = 2NaHCO_3 + 2NaOH$$



$$Pb(NO_3)_2 + 2NaOH = Pb(OH)_2 + 2NaNO_3$$



$$2Pb(NO_3)_2 + 2Na_2CO_3 = 2PbCO_3 + 4NaNO_3$$

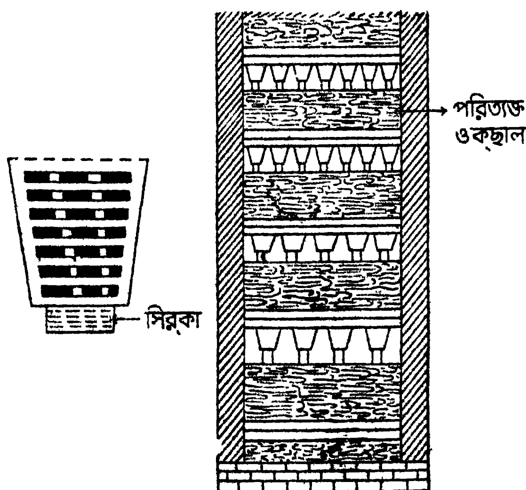


$$4Na_2CO_3 + 3Pb(NO_3)_2 + 2H_2O = Pb(OH)_2, 2PbCO_3 + 6NaNO_3 + 2NaHCO_3$$

লেডের ক্ষারকীয় কার্বনেট $Pb(OH)_2$, $2PbCO_3$ হোয়াইট লেড্ বা সফেদা নামে পরিচিত। রং হিসাবে ইহা ব্যবহৃত হয়।

হোয়াইট লেড্ (সফেদা বা সীস-শ্বেত), $(PbCO_3)_2$, $Pb(OH)_2$:—রং হিসাবে ব্যবহৃত হয় বলিয়া লেডের এই ক্ষারকীয় কার্বনেটটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। লেড্ অ্যাসিটেট দ্রবণকে লিথার্জের (PbO) সহিত ফুটাইলে যে-দ্রবণ পাওয়া যায় তাহাতে ক্ষারকীয় লেড্ অ্যাসিটেট দ্রবীভূত থাকে। এই দ্রবণের মধ্যে CO_2 প্রবাহিত করিলে সাদা ক্ষারকীয় লেড্ কার্বনেট অধঃক্ষিপ্ত হয়। এইভাবে যে ক্ষারকীয় কার্বনেট পাওয়া যায়, রং হিসাবে তাহার আবরণ-ক্ষমতা (covering power) পুরাতন ডাচ-প্রণালী-লব্ধ সফেদার অপেক্ষা অনেক কম।

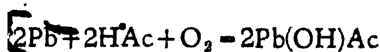
ডাচ-প্রণালী : কতকগুলি ছোট ছোট মাটির পাত্রে ছিদ্রযুক্ত গোলাকার সীসার চাকতি উপরে উপরে সাজানো থাকে। পাত্রের তলদেশ



ডাচ্-পদ্ধতি

সিরকা (vinegar, বা লঘু 'অ্যাসেটিক অ্যাসিড দ্রবণ') দ্বারা পূর্ণ থাকে। এইরূপ অনেকগুলি পাত্র একটি চালাঘরের বিভিন্ন তাকের উপর সজ্জিত

থাকে এবং সমস্ত পাত্রগুলির উপর, নীচ, চতুর্দিক (চর্ম-শালায় পরিত্যক্ত চামড়া ট্যানের জন্য ব্যবহৃত) ওক্ গাছের ছাল, অথবা গরু বা ঘোড়ার মল দ্বারা আবৃত করা হয়। এইভাবে প্রায় ২/৩ মাস ফেলিয়া রাখা হয়। এই সময় ঘোড়ার মল বা ওক্-ছাল পচার ফলে কিছু উত্তাপ ও CO_2 এর সৃষ্টি হয়। জলীয় বাষ্প, বাতাস, CO_2, অ্যাসেটিক অ্যাসিড বাষ্প প্রভৃতির ক্রিয়া দ্বারা লেড্-টুকরাগুলি ক্রমশ হোয়াইট লেডে পরিণত হইতে থাকে। রাসায়নিক ক্রিয়া কয়েকটি বিভিন্ন পর্যায়ে হয় বলিয়া অনুমিত হয়



$$2Pb + 2HAc + O_2 = 2Pb(OH)Ac$$

অ্যাসেটিক অ্যাসিড — ক্ষারকীয় লেড্ অ্যাসিটেট



$$3Pb(OH)AC + 2CO_2 + H_2O = Pb(OH)_2,\ (PbCO_3)_2 + 3HAc$$

হোয়াইট লেড্ — অ্যাসেটিক অ্যাসিড



$[HAc = CH_3COOH]$

Exercises

1. Describe the extraction of lead from galena. *How is lead refined? What do you know about the uses of lead? [গ্যালেনা হইতে লেড নিষ্কাশন পদ্ধতি বর্ণনা কর। *লেড্ কিরূপে বিশোধন করা হয়? লেডের ব্যবহার সম্বন্ধে কি জান?]

2. Starting from metallic lead, how will you prepare the following?—[ধাতব লেড্ হইতে শুরু করিয়া নিম্নলিখিত যৌগগুলি কিরূপে প্রস্তুত করিবে?—]



(*a*) $Pb(NO_3)_2$; (*b*) PbO; (*c*) Pb_3O_4; (*d*) PbO_2.

3. What is 'solder'? What metals enter into the composition of 'type-metal' and 'pewter'? [বাসনপত্রে যে রাং-ঝাল দেওয়া হয় উহা কি? 'টাইপ-মেটাল', 'পিউটার' প্রভৃতিতে কি কি ধাতু আছে?]

*4. What are the principal ores of tin? Name three important tin-producing countries in the world. Describe the extraction of tin from its ores. [টিনের প্রধান আকরিক কি কি ? টিন উৎপাদনে বিখ্যাত এরূপ তিনটি দেশের নাম বল। আকরিক হইতে টিন নিষ্কাশন পদ্ধতিটি বর্ণনা কর।]

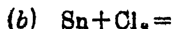
*5. Starting from metallic tin, how will you prepare the following?—[ধাতব টিন হইতে শুরু করিয়া নিম্নলিখিত পদার্থগুলি কিরূপে প্রস্তুত করিবে ?—]

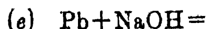
(a) $SnCl_2$; (b) SnS_2 ; (c) Pewter.

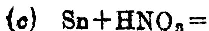
6. Complete and balance the following equations. [নিম্নলিখিত সমীকরণগুলি সামঞ্জস্যবিধান করিয়া পূর্ণ কর :—]


(a) $Sn + NaOH =$


(d) $Pb + H_2SO_4(dil.) =$


(b) $Sn + Cl_2 =$


(e) $Pb + NaOH =$


(c) $Sn + HNO_3 =$


(f) $Pb + HNO_3(dil.) =$

নবম অধ্যায়

আয়রন্ (লৌহ), Fe

পারমাণবিক গুরুত্ব, 55·85 পরমাণু ক্রমাঙ্ক, 26

ব্যাবহারিক দিক হইতে ধাতুর মধ্যে লৌহ সর্বপ্রধান। আধুনিক সভ্যতায় লৌহের এই বিশেষ গুরুত্বের জন্ম বর্তমান যুগকে 'লৌহ-যুগ' বলা হয়। খৃস্টজন্মের প্রায় 2,000 বৎসর পূর্বে বোধ হয় ব্রোঞ্জের বদলে প্রথম লৌহের ব্যবহার শুরু হয়। ভারত ও চীনে অতি প্রাচীনকালে লৌহের ব্যবহার জানা ছিল। প্রাচীন হিন্দুগণ লৌহ-প্রস্তুতিতে কিরূপ দক্ষতা অর্জন করিয়াছিলেন, খৃস্টীয় চতুর্থ শতাব্দীতে নির্মিত দিল্লীর বিখ্যাত লৌহস্তম্ভ তাহার উজ্জ্বলতম নিদর্শন।

লৌহ-আকরিকের মধ্যে হিমাটাইট (Hæmatite, Fe_2O_3) প্রধান। অন্যান্য আকরিকের মধ্যে ম্যাগ্‌নেটাইট (Magnetite, Fe_3O_4) বা চুম্বক পাথর এবং স্পেথিক্ লৌহ খনিজের (Spathic iron ore, $FeCO_3$) উল্লেখ করা যাইতে পারে। আয়রন্ পাইরাইট্ (FeS_2) প্রমুখ সাল্‌ফারযুক্ত খনিজ লৌহ-নিষ্কাশনে ব্যবহৃত হয় না।

ভারতবর্ষের সিংহভূম অঞ্চলে, ময়ূরভঞ্জ, কিওনঝর প্রভৃতি স্থানে, এবং মহীশূরে লৌহ-প্রস্তর (প্রধানত হিমাটাইট) পাওয়া যায়। আমাদের দেশের লৌহকারখানাগুলির মধ্যে নিম্নলিখিত কারখানাগুলি বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

১। জামসেদপুরে, টাটার কারখানা;

২। আসানসোলে, স্টীল কর্পোরেশন অব্ বেঙ্গল;

৩। মহীশূরে, ভদ্রাবতী আয়রন্ ওয়ার্কস্।

সম্প্রতি ভারত সরকারের উদ্যোগে উড়িষ্যার রুরকেল্লা, মধ্যপ্রদেশের ভিলাই এবং পশ্চিমবাংলার দুর্গাপুরে তিনটি নূতন লৌহকারখানা প্রতিষ্ঠিত হইয়াছে।

আমরা সাধারণত যে লৌহ দেখি তাহা বিশুদ্ধ লৌহ নহে। এই লৌহের সহিত সর্বদাই কিছু পরিমাণ কার্বন মিশ্রিত থাকে। কার্বনের পরিমাণের উপর লৌহের প্রকৃতি অনেকাংশে নির্ভর করে বলিয়া, মিশ্রিত কার্বনের পরিমাণানুসারে লৌহকে কাস্ট্ আয়রন্ (Cast iron) বা ঢালাই লোহা, স্টীল (Steel) বা ইস্পাত এবং রট্ আয়রন্ (Wrought iron) বা পেটা লোহা,—এই তিন শ্রেণীতে বিভক্ত করা হয়। ইহাদের মধ্যে কাস্ট্ আয়রনেই কার্বনের হার সর্বাধিক এবং আকরিক হইতে প্রথম কাস্ট আয়রন্‌রূপেই লৌহ নিষ্কাশিত হয়।

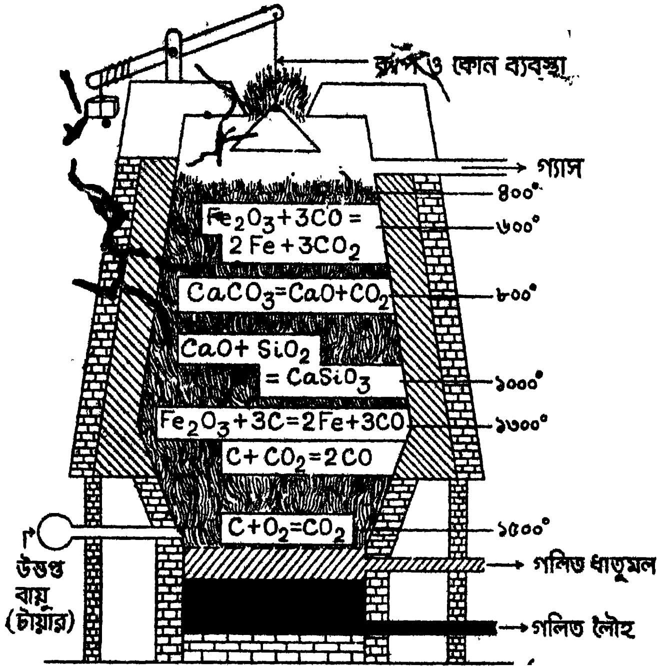
লৌহ-নিষ্কাশন (বা কাস্ট্ আয়রন্ প্রস্তুতি) ঃ

(১) **ভস্মীকরণ ঃ** প্রথমেই স্তূপীকৃত আকরিক কয়লার সাহায্যে বাতাসে পোড়াইয়া ইহা হইতে জল, CO_2 প্রভৃতি বিদূরিত করা হয় এবং যদি কিছু FeO থাকে তাহাকে Fe_2O_3তে পরিণত করা হয়। FeO থাকিলে বিগলনকালে তাহা সিলিকার সহিত সংযুক্ত হইয়া ফেরাস্ সিলিকেট ($FeSiO_3$) পরিণত হইতে পারে বলিয়া সমস্ত আকরিক Fe_2O_3রূপে থাকাই বাঞ্ছনীয়।

(২) **ফেরিক্ অক্সাইডের বিজারণ ঃ** অতঃপর ভস্মীকৃত আকরিকের সহিত কোক্ এবং চুনাপাথর মিশ্রিত করিয়া, মিশ্রণটি একটি মারুত-চুল্লীর অভ্যন্তরে প্রবেশ করানো হয়।

মারুত-চুল্লী (Blast furnace)গুলি দেখিতে গম্বুজের মত, উচ্চতায় প্রায় 100 ফিট এবং প্রস্থে প্রায় 15-20 ফিট। অনেকগুলি স্টীলের পাত জোড়া লাগাইয়া এই চুল্লী নির্মিত হয়। স্টীলের ভিতর দিকে তাপ-সহ ইটকের একটি আস্তরণ থাকে। চুল্লীর নীচের দিকে, উহার চতুষ্পার্শে

কতকগুলি নলের সাহায্যে চুল্লীর ভিতরে উত্তপ্ত বাতাস পরিচালিত করা হয়। এই নলগুলিকে টায়ার (Tuyers) বলে। চুল্লীর উপরে



মারুত-চুল্লী

'কাপ এবং কোন' (Cup and Cone) ব্যবস্থার সাহায্যে ভস্মীকৃত আকরিক, কোক্ ও চুনাপাথরের মিশ্রণ চুল্লীর মধ্যে প্রবেশ করানো হয়। উত্তপ্ত বায়ুর (টায়ার হইতে) সংস্পর্শে কোক্ পুড়িয়া CO_2 হয়।



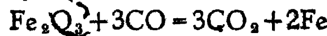
$$C+O_2=CO_2$$

পরে উপরে উঠিবার সময় শ্বেততপ্ত অঙ্গারের (কোক্) সংস্পর্শে এই কার্বন ডাই-অক্সাইড, মনোক্সাইডে পরিণত হয়।



$$CO_2+C=2CO$$

এই কার্বন মনোক্সাইডই ফেরিক্ অক্সাইড (Fe_2O_3) বিজারিত করিয়া আয়রনে পরিণত করে।



$$Fe_2O_3 + 3CO = 3CO_2 + 2Fe$$

ফেরিক্ অক্সাইডের কিছুটা অংশ কার্বন দ্বারাই বিজারিত হয়।



$$Fe_2O_3 + 3C = 2Fe + 3CO$$

এইভাবে বিজারিত হইয়া গলিত লৌহ চুল্লীর তলদেশের মেঝেতে গিয়া সঞ্চিত হয়, এবং নির্গম-নল-পথে মধ্যে মধ্যে বাহির করিয়া ইহাকে ছাঁচে ঢালাই করা হয়।

উপরের চিমনী দিয়া যে তপ্ত গ্যাস বাহির হয় তাহা জ্বালাইয়া চুল্লীতে ব্যবহার্য বাতাস উত্তপ্ত করা হয়।

চুনাপাথরের প্রয়োজনীয়তা : আকরিকের সহিত মিশ্রিত মাটি, বালি প্রভৃতি অপসারণের জন্য ইহার সহিত চুনাপাথর মিশ্রিত করা হয়। চুল্লীর উত্তাপে চুনাপাথর বিযোজিত হইয়া চুন (CaO) ও CO_2-এ পরিণত হয়।



$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

ক্যাল্‌সিয়াম অক্সাইডের (CaO) সহিত সিলিকার (SiO_2) রাসায়নিক ক্রিয়ার ফলে ক্যাল্‌সিয়াম সিলিকেটের ($CaSiO_3$) উৎপত্তি হয়। চুল্লীর উষ্ণতায় গলিত অবস্থায় ধাতু-মল (slag) হিসাবে ইহা গলিত লৌহের উপর সঞ্চিত হয়, এবং ধাতুমলের জন্য নির্দিষ্ট নির্গম-পথে (slag hole) উহা বাহির করা হয়। ধাতু-মল রাস্তা নির্মাণ, সিমেন্ট প্রস্তুতি প্রভৃতি কার্যে ব্যবহার করা যায়।

মারুত-চুল্লী হইতে যে লৌহ পাওয়া যায় তাহাই কাস্ট আয়রন। উহাতে শতকরা 2-5 ভাগ কার্বন থাকে, এবং Si, Mn, P, S প্রভৃতিও সামান্য পরিমাণে থাকে। এই সমস্ত অপদ্রব্য থাকার জন্য ভঙ্গুর হয় বলিয়া ইহা পিটাইয়া কোনোকিছু তৈয়ারী করা সম্ভব নহে। ঢালাই করিয়া ইহা হইতে হাতা, কড়াই প্রভৃতি তৈজসপত্র এবং লোহার রেলিং ইত্যাদি

প্রস্তুত করা হয়। স্টীল এবং রট্ আয়রন্ অপেক্ষা ইহার গলনাঙ্ক কম, (প্রায় 1200° সে. গ্রে.)।

অধিকাংশ কাস্ট্ আয়রন্, স্টীল এবং রট্ আয়রন্ প্রস্তুতির জন্য ব্যবহৃত হয়।

স্টীল বা ইস্পাত প্রস্তুতি ঃ কাস্ট্ আয়রন্ হইতে স্টীল প্রস্তুতির জন্য দুইটি পদ্ধতি প্রচলিত আছে।

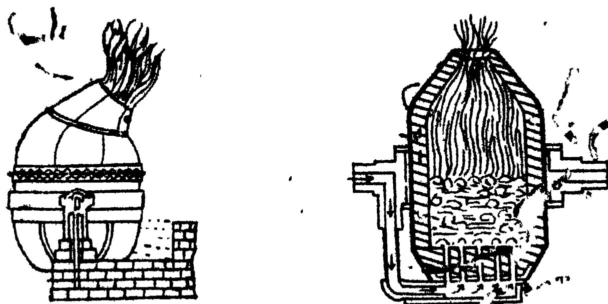
(১) বেসিমার পদ্ধতি (Bessemer process)
(২) সিমেন্স-মার্টিন পদ্ধতি (Siemens-Martin process)

বেসিমার পদ্ধতি ঃ

এই পদ্ধতিতে গলিত কাস্ট্ আয়রনের মধ্য দিয়া বায়ু পরিচালিত করিয়া ইহার সমস্ত অপদ্রব্য জারিত করিয়া অপসারিত করা হয়। ফলে কাস্ট্ আয়রন্ রট্ আয়রনে পরিণত হয়। তখন ইহার সহিত হিসাবমত স্পীগেল-আইজেন (Spiegel eisen) নামক কার্বনযুক্ত Mn এবং Fe-এর এক ধাতু-সংকর মিশ্রিত করিয়া ইহাকে স্টীলে পরিণত করা হয়।

বেসিমার পদ্ধতিতে পেটাই লোহার পাত দ্বারা নির্মিত একপ্রকার ডিম্বাকৃতি চুল্লী ব্যবহৃত হয়। ইহাকে বেসিমার কনভার্টার (Bessemer converter) বলে। দুই পার্শ্বে দুইটি লৌহনির্মিত অক্ষদণ্ডের (Axle) সাহায্যে ইহা ভূমি হইতে কিঞ্চিৎ উর্ধ্বে দোদুল্যমান থাকে। সাধারণ অবস্থায় ইহার মুখ উপরের দিকে থাকিলেও প্রয়োজনমত ইহাকে ঘুরাইয়া মুখ নীচের দিকে করিয়া দেওয়া যায়। কনভার্টারের নীচে কতকগুলি ছিদ্রপথে বায়ু পরিচালন করিবার ব্যবস্থা থাকে এবং দেওয়ালের অভ্যন্তর ভাগে সিলিকা (SiO_2) অথবা ডলোমাইটের (Dolomite : $CaCO_3$, $MgCO_3$) একটি পুরু আস্তরণ থাকে। আস্তরণটি কি জাতীয় হইবে তাহা নির্ভর করে কাস্ট্ আয়রনের প্রকৃতির উপর। কাস্ট্ আয়রনে যদি ফস্ফরাস অধিক থাকে তাহা হইলে ডলোমাইট

আস্তরণই (ক্ষারকীয়) শ্রেয়ঃ। ফস্‌ফরাস না থাকিলে অথবা অল্প থাকিলে সিলিকা আস্তরণযুক্ত (এ্যাসিড) কন্‌ভার্টারই সুবিধাজনক।



বেসিমার কন্‌ভার্টার

কন্‌ভার্টারটি উলটাইয়া উহার প্রায় দুই-তৃতীয়াংশ মারুত-চুল্লী হইতে গলিত কাস্ট আয়রন্ দ্বারা পূর্ণ করা হয়। অতঃপর খাড়া অবস্থায় রাখিয়া নীচের নলের (tuyers) সাহায্যে ইহার মধ্য দিয়া সবেগে বায়ুপ্রবাহ পরিচালিত করা হয়। ফলে Si এবং Mn জারিত হইয়া ধাতু-মলে পরিণত হয়।



$$2Mn + O_2 = 2MnO \; ; \; Si + O_2 = SiO_2$$

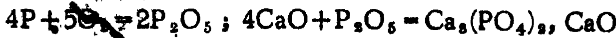


$$MnO + SiO_2 = MnSiO_3$$

(ম্যাঙ্গানাস্ সিলিকেট)

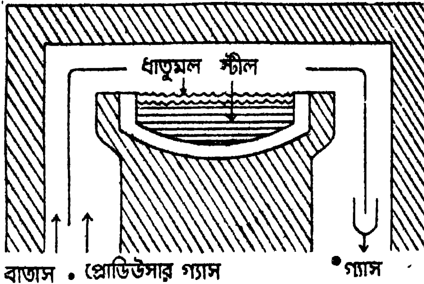
কার্বন্ জারিত হইয়া COরূপে কন্‌ভার্টারের মুখে নীল শিখাসহ জ্বলিতে থাকে। কয়েক মিনিটের মধ্যে কার্বনের জারণ সম্পূর্ণ হইলে নীল শিখাটি নিভিয়া যায়; তখন বায়ুপ্রবাহ বন্ধ করিয়া ধাতু-মল পৃথক করা হয় এবং হিসাবমত 'স্পীগেল' (spiegel eisen) মিশ্রিত করিয়া পুনরায় দুই-এক মিনিট বায়ুপ্রবাহ পরিচালনা করা হয়। অতঃপর কন্‌ভার্টারটি উলটাইয়া গলিত ইস্পাত ছাঁচে ঢালাই করা হয়।

কাস্ট আয়রনে ফস্‌ফরাস থাকিলে ডলোমাইট (Dolomite : $CaCO_3$, $MgCO_3$)-আস্তরণ যুক্ত কন্‌ভার্টার ব্যবহার করা হয়। বায়ু-প্রবাহে ফস্‌ফরাস জারিত হইয়া P_2O_5-এ পরিণত হয়। পরে CaO ও MgO-এর সহিত বিক্রিয়া দ্বারা P_2O_5 ক্যালসিয়াম ফসফেটে পরিণত হয়। অতিরিক্ত CaO মিশ্রিত $Ca_3(PO_4)_2$-এর এই ধাতুমলকে ক্ষারকীয় ধাতুমল বলে।



$$4P+5O_2=2P_2O_5\ ;\ 4CaO+P_2O_5=\underbrace{Ca_3(PO_4)_2,\ CaO}_{\text{ক্ষারকীয় ধাতুমল}}$$

সিমেন্স-মার্টিন পদ্ধতি (Siemens-Martin open-hearth process) : পরাবর্ত চুল্লীর অনুরূপ একটি চুল্লীর গর্তে মারুত-চুল্লী হইতে গলিত কাস্ট আয়রনের সহিত ছাঁটাই স্টীল ও প্রয়োজনমত আকরিক লৌহ (হিমাটাইট Fe_2O_3) মিশ্রিত করিয়া প্রোডিউসার গ্যাসের সাহায্যে চুল্লীটি উত্তপ্ত করা হয়। বেসিমার কন্‌ভার্টারের ন্যায় চুল্লীর গর্ভদেশে প্রয়োজনানুযায়ী সিলিকা অথবা ডলোমাইটের আস্তরণ দেওয়া হয়। সিলিকন, ম্যাঙ্গানীজ, কার্বন, ফস্‌ফরাস প্রভৃতি অপদ্রব্য হিমাটাইটের (Fe_2O_3) অক্সিজেন কর্তৃক জারিত হয়। CO গ্যাস বাহির হইয়া পুড়িয়া যায় এবং SiO_2, MnO, P_2O_5 ইত্যাদি ধাতুমলে পরিণত হয়। ধাতুমল পৃথক করা হইলে প্রয়োজনানুযায়ী স্পীগেল (Fe, Mn, C) দিয়া ইহাকে স্টীলে পরিণত করা হয়



সিমেন্স-মার্টিন চুল্লী

সিমেন্স-মার্টিন ও বেসিমার পদ্ধতির তুলনা

সুবিধা

১। সিমেন্স-মার্টিন পদ্ধতিতে ছাটাই ও আকরিক লোহকে স্টীলে পরিণত করা যায়।

২। নিকৃষ্ট আকরিক-জাত, অতিরিক্ত ফস্‌ফরাস-যুক্ত কাস্ট্‌ আয়রন্‌ ব্যবহার করা যায়।

৩। উৎপন্ন স্টীলের প্রকৃতি আরও ভালভাবে নিয়ন্ত্রণ করা যায়।

৪। বেসিমার অপেক্ষা উৎকৃষ্ট-তর স্টীল পাওয়া যায়।

অসুবিধা

১। প্রক্রিয়াটি (সিমেন্স-মার্টিন চুল্লীতে) সম্পূর্ণ হইতে প্রায় ৮/১০ ঘণ্টা সময় লাগে, কিন্তু বেসিমার পদ্ধতিতে সে স্থলে মাত্র ১/২ মিনিট লাগে।

২। জ্বালানী গ্যাসের প্রয়োজন হয় বলিয়া বেসিমার পদ্ধতি অপেক্ষা ইহাতে খরচ বেশী পড়ে।

ডুপ্লে পদ্ধতিতে (Duplex Process) এই উভয় পদ্ধতির সুবিধা-গুলির সুযোগ লওয়া হইয়াছে। ইহাতে অ্যাসিড বেসিমার পদ্ধতির সাহায্যে C, Si, Mn প্রভৃতি অপসারিত করিয়া ক্ষারকীয় আস্তরণ-যুক্ত সিমেন্স-মার্টিন চুল্লীতে ফস্‌ফরাস দূরীভূত করা হয়।

স্টীলের ধর্ম : স্টীলে সাধারণত শতকরা 0·15 হইতে 1·5 ভাগ কার্বন থাকে। তাছাড়া ইহার সহিত Mn, Ni, Cr, W প্রভৃতি ধাতু সামান্য পরিমাণে মিশ্রিত করিয়া বিশেষ-গুণযুক্ত স্টীল প্রস্তুত করা হয়। স্টীলে কার্বন থাকে আয়রন্‌ কার্বাইড্‌ (Fe_3C)রূপে।

স্টীলের প্রধান গুণ এই যে ইহাতে পান দিয়া (Tempering) ইহার ধর্মের পরিবর্তন করা যায়। লোহিত-তপ্ত স্টীলকে সহসা শীতল জলে ডুবাইলে ইহা শক্ত ও ভঙ্গুর হইয়া পড়ে। পরে নির্দিষ্ট উষ্ণতায় উত্তপ্ত করিয়া ধীরে ধীরে শীতল করিলে ইহা নমনীয় ও ঘাত-সহ হয়। কতটা নমনীয়

হইবে তাহা নির্ভর করে দ্বিতীয়বার উত্তপ্ত করার সময় ইহাকে কতটা উত্তপ্ত করা হইয়াছিল তাহার উপর। বিভিন্ন প্রয়োজনের জন্ত স্টীলের পান-ও ভিন্ন ভিন্ন প্রকার হয়।

বিশেষ ইস্পাত (Special steels) : Mn, Ni, Cr, W প্রভৃতি ধাতু সামান্ত পরিমাণে মিশ্রিত করিয়া বিশেষ ইস্পাত প্রস্তুত করা হয়। নিম্নে এই ধরনের কয়েকটি ইস্পাতের নাম ও ব্যবহার দেওয়া হইল।

নাম	মিশ্রিত ধাতু	গুণ	ব্যবহার
মরিচাহীন্ স্টীল (stainless steel)	10-15% Cr এবং 0·3%C	মরিচা ধরে না।	ছুরি, কাঁটা, চামচ ইত্যাদি প্রস্তুতি।
নিকেল স্টীল	3·25% Ni ; 0·2-0·5% C	তাপ সংকোচন ও প্রসারণ কম।	ব্রিজ তৈরী, বাড়ী-ঘর তৈরী।
ম্যাঙ্গানীজ স্টীল	12-13% Mn ; 0·9-2%C	খুব শক্ত	পাথর গুঁড়া করিবার কলে ব্যবহৃত হয়।

রট্ আয়রন্ প্রস্তুতি : হিমাটাইট (Fe_2O_3) আস্তরণযুক্ত পরাবর্ত-চুল্লীতে গলিত কাস্ট্ আয়রন্ লইয়া লৌহদণ্ডের সাহায্যে ক্রমাগত নাড়াইয়া তাহার অপদ্রব্যগুলি জারিত করিয়া ধাতুমলে পরিণত করা হয়। গলিত লৌহ কিছুটা কঠিন হইয়া কাদার তালের মত হয়, তখন স্টীম-পেষকের (Steam hammer) সাহায্যে পেষণ করিয়া ইহার অভ্যন্তরস্থ ধাতুমল বাহির করিয়া দেওয়া হয়।

তিন শ্রেণীর লৌহের মধ্যে রট্ আয়রন্ই বিশুদ্ধতম। ইহাতে কার্বনের হার শতকরা 0·12 হইতে 0·25 পর্যন্ত হয়। ইহার গলনাঙ্ক 1500° সে. গ্রে.। রট্ আয়রন্‌কে স্থায়ী চুম্বকে পরিণত করা যায় না, বা পান দেওয়া যায় না। চাষের যন্ত্রপাতি, লোহার জাল, গজাল, পেরেক, বৈদ্যুতিক চুম্বক ইত্যাদি তৈয়ারীর জন্ত রট্ আয়রন্ ব্যবহৃত হয়।

নিম্নে তিন শ্রেণীর আয়রনের ধর্মের একটি তুলনামূলক তালিকা প্রদত্ত হইল।

ধর্ম	কাস্ট্ আয়রন্	স্টীল	রট্ আয়রন্
১) কার্বনের পরিমাণ	2-4·5%	0·25-1·5%	0·12-0·25%
(২) গলনাঙ্ক	1200° সে.গ্রে.	1300°-1400°	1500° সে.গ্রে.
(৩) কাঠিন্য	কঠিন ও ভঙ্গুর	কঠিন বা নমনীয়	নমনীয়
(৪) পান দেওয়া	পান দেওয়া যায় না	পান দেওয়া যায়	পান দেওয়া যায় না
(৫) চৌম্বকত্ব	স্থায়ী চুম্বক হয় না	স্থায়ী চুম্বক হয়	স্থায়ী চুম্বক হয় না

বিশুদ্ধ লৌহ: বিশুদ্ধ ফেরিক অক্সাইডকে (Fe_2O_3) হাইড্রোজেন গ্যাসের সান্নিধ্যে উত্তপ্ত করিয়া বিশুদ্ধ লৌহ প্রস্তুত করা যায়।



$$Fe_2O_3+3H_2=2Fe+3H_2O$$

লৌহের ধর্ম: বিশুদ্ধ লৌহ সাদা নমনীয় ধাতু। ইহার ঘনত্ব 7·9 এবং গলনাঙ্ক 1535° সে. গ্রে.। চুম্বক দ্বারা ইহা আকৃষ্ট হয়।

সাধারণ উষ্ণতায় শুষ্ক বাতাসে ইহার কোনো পরিবর্তন হয় না, কিন্তু আর্দ্র বাতাসে ফেলিয়া রাখিলে লৌহে মরিচা ধরে। মরিচা (Rust) সোদক আয়রন্ অক্সাইড। অক্সিজেন-সান্নিধ্যে উত্তপ্ত করিলে লৌহ পুড়িয়া ফেরসোফেরিক্ অক্সাইডে (Fe_3O_4) পরিণত হয়।



$$3Fe+2O_2=Fe_3O_4$$

সাধারণ উষ্ণতায় জলের সহিত আয়রনের বিশেষ ক্রিয়া হয় না, কিন্তু লোহিততপ্ত লৌহের উপর দিয়া স্টীম প্রবাহিত করিলে স্টীম বিয়োজিত হইয়া হাইড্রোজেনে পরিণত হয়।



$$3Fe+4H_2O=Fe_3O_4+4H_2$$

হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের (লঘু অথবা গাঢ়) সহিত বিক্রিয়ার ফলে ফেরাস-ক্লোরাইড এবং হাইড্রোজেন উৎপন্ন হয়।

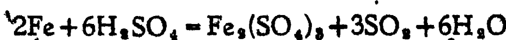


$$Fe+2HCl=FeCl_2+H_2$$

লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত হাইড্রোজেন ও ফেরাস সাল্‌ফেট, এবং গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত SO_2 এবং ফেরিক সাল্‌ফেট উৎপন্ন হয়।



$$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2$$



$$2Fe + 6H_2SO_4 = Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$$

নাইট্রিক অ্যাসিড লঘু হইলে ফেরাস নাইট্রেট ও অ্যামোনিয়াম নাইট্রেট (NH_4NO_3) উৎপন্ন হয়।



$$4Fe + 10HNO_3 = 4Fe(NO_3)_2 + 3H_2O + NH_4NO_3$$

গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ফেরিক নাইট্রেট $Fe(NO_3)_3$ ও নাইট্রোজেন পারক্সাইড (NO_2) উৎপন্ন হয়।



$$Fe + 6HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3H_2O + 3NO_2$$

অত্যন্ত গাঢ় অথবা বিশুদ্ধ নাইট্রিক অ্যাসিডে লৌহ রাখিলে দ্রবীভূত না হইয়া ইহা **নিষ্ক্রিয় অবস্থা** (Passive state) প্রাপ্ত হয়। এই অবস্থা-প্রাপ্ত লৌহকে পরে আবার লঘু অ্যাসিডে দিলেও উহা আর দ্রবীভূত হয় না। সম্ভবত লৌহের উপর অক্সাইডের একটি পাতলা আবরণ পড়ার জন্যই লৌহ এরূপ নিষ্ক্রিয় হইয়া যায়।

লৌহের উপর ক্ষারের কোনো ক্রিয়া নাই।

ক্লোরিনে উত্তপ্ত করিলে ইহা ফেরিক ক্লোরাইডে পরিণত হয়।

কপার সাল্‌ফেট দ্রবণে এক টুকরা লৌহ ফেলিয়া দিলে লৌহের উপর কপারের আবরণ পড়ে।



$$Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$$

লৌহের মরিচা (Rusting of iron): লৌহকে আর্দ্র-বাতাসে রাখিয়া দিলে উহার উপরিভাগ ধীরে ধীরে একটি বাদামী গুঁড়ায় পরিণত হইতে থাকে। ইহাকে লৌহের মরিচা বলে। মরিচা সোদক ফেরিক অক্সাইড, এবং ইহার রাসায়নিক সংকেত $2Fe_2O_3, 3H_2O$ লেখা যাইতে পারে।

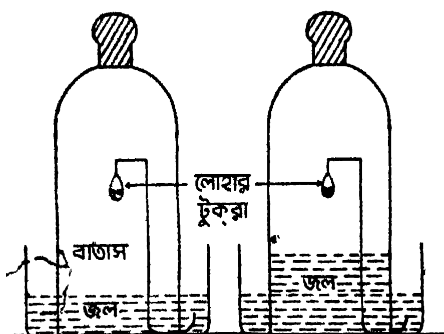
নিম্নের পরীক্ষাগুলি করিলে মরিচা-ধরা সম্বন্ধে তোমরা অনেক প্রয়োজনীয় তথ্য জানিতে পারিবে।

মরিচা ধরিলে ওজন বৃদ্ধি পায়।

পরীক্ষা ঃ একটি পর্সেলীন মুচিতে কিছু লোহার টুকরা লইয়া মুচিটির ওজন লও। পরে মুচিটির উপর ভিজা বস্ত্রখণ্ড চাপা দিয়া কয়েকদিন রাখিয়া লৌহটুকরাগুলিতে মরিচা ধরিতে দাও। তৎপর মুচিটি উত্তপ্ত করিয়া শুষ্ক কর এবং উহার ওজন লও। দেখিবে, মরিচা-ধরার ফলে লৌহের ওজন বৃদ্ধি পাইয়াছে।

মরিচা ধরার ফলে বাতাস হইতে অক্সিজেন বিদূরিত হয়।

পরীক্ষা ঃ একটি জলপূর্ণ পাত্রের মধ্যে উপুড়-করা একটি বেলজারের মধ্যে বস্ত্রখণ্ডে বাঁধিয়া কিছু লৌহচূর্ণ ঝুলাইয়া রাখিলে দুই-তিন দিন পর দেখিবে, বেলজারের মধ্যে জল বেশ কিছুটা উপরে উঠিয়া গিয়াছে।



লৌহে মরিচা ধরা

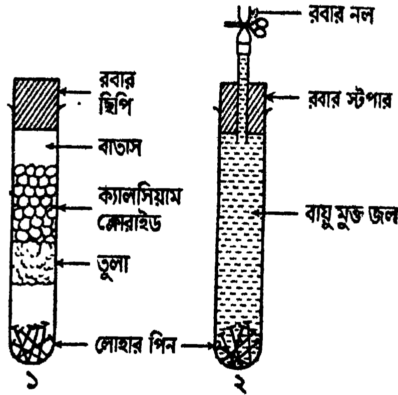
বেলজারের ছিপি সরাইয়া উহার মধ্যে একটি জলন্ত কাঠি প্রবিষ্ট করাইলে কাঠিটি নিভিয়া যাইবে। অর্থাৎ মরিচা ধরার ফলে বাতাস হইতে অক্সিজেন অপসারিত হইয়াছে।

শুষ্ক বাতাসে মরিচা ধরে না।

পরীক্ষা ঃ নিম্নের চিত্রানুযায়ী ব্যবস্থা করিয়া রাখিয়া দিলে দেখিবে পেরেকগুলিতে মরিচা ধরে নাই।

দ্রবীভূত-বাতাসমুক্ত জলে-মরিচা ধরে না।

পরীক্ষা ঃ একটি বীকারে কিছু জল লইয়া অর্ধঘণ্টাকাল ফুটাইতে থাক। ইহাতে জলের মধ্য হইতে দ্রবীভূত সমস্ত বাতাস অপসারিত হইবে। এখন একটি পরীক্ষা-নলে কিছু লোহার পেরেক রাখিয়া পরীক্ষা-নলটি ফুটানো জল দ্বারা কানায় কানায় পূর্ণ কর। তারপর চিত্রানুরূপ একটি রবার-ছিপি দ্বারা পরীক্ষা-নলের মুখ বন্ধ করিয়া ক্ল্যাম্পটি শক্ত করিয়া আঁটিয়া দাও। এইরূপে বেশ কয়েকদিন ফেলিয়া রাখিলেও লৌহে মরিচা ধরিবে না।



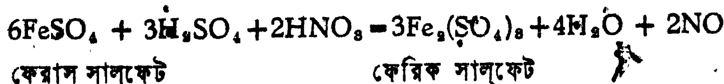
শুধু জল অথবা শুধু বাতাসে লৌহে মরিচা ধরে না

এই পরীক্ষা হইতে বোঝা গেল যে, লৌহের মরিচা ধরার জন্য জল এবং বাতাস উভয়েরই প্রয়োজন।

দেখা গিয়াছে যে স্টীলে সামান্য ক্রোমিয়াম এবং নিকেল মিশ্রিত থাকিলে ইহাতে মরিচা ধরে না। এইভাবে মরিচাহীন স্টীলের (Stainless steel) উৎপত্তি হইয়াছে। লৌহকে মরিচা হইতে রক্ষার জন্য অনেক সময় ইহার উপর দস্তা (Galvanising) অথবা টিনের প্রলেপ (Tinning) দেওয়া হয়। (জিঙ্ক এবং টিন দেখ।)

লৌহের ব্যবহার ঃ বিভিন্ন শ্রেণীর লৌহের আলোচনাকালে তাহাদের ব্যবহার সম্বন্ধেও বলা হইয়াছে।

লৌহের যৌগ : লৌহযৌগের মধ্যে দুই এবং তিন, দুইপ্রকার যোজ্যতা দেখা যায়। দুই-যোজ্যতা-সম্পন্ন যৌগগুলিকে **ফেরাস** এবং তিন-যোজ্যতা-সম্পন্ন যৌগগুলিকে **ফেরিক** যৌগ বলে। ফেরাস যৌগ জারিত করিয়া ফেরিক এবং ফেরিক যৌগ বিজারিত করিয়া ফেরাসে পরিণত করা যায়।



$$6FeSO_4 + 3H_2SO_4 + 2HNO_3 = 3Fe_2(SO_4)_3 + 4H_2O + 2NO$$

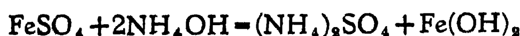
ফেরাস সালফেট   ফেরিক সালফেট



$$2FeCl_3 + SnCl_2 = 2FeCl_2 + SnCl_4$$

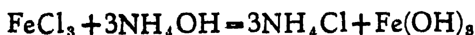
ফেরিক ক্লোরাইড   ফেরাস ক্লোরাইড

ফেরাস যৌগের দ্রবণ সবুজ এবং ফেরিক দ্রবণ হলুদ বা বাদামী হয়। দ্রবণীয় ফেরাস লবণে NH_4OH অথবা $NaOH$ দিলে $Fe(OH)_2$-এর সবুজ অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।



$$FeSO_4 + 2NH_4OH = (NH_4)_2SO_4 + Fe(OH)_2$$

সবুজ

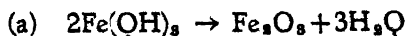


$$FeCl_3 + 3NH_4OH = 3NH_4Cl + Fe(OH)_3$$

বাদামী

তা'ছাড়া, ফেরিক লবণে পটাসিয়াম সালফো সায়ানেট (KCNS) দ্রবণ দিলে দ্রবণের রং রক্তের ন্যায় ঘোর লাল হয়। কিন্তু ফেরাস লবণের কোনো পরিবর্তন হয় না। এইভাবে ফেরাস হইতে ফেরিক লবণের পার্থক্য করা যায়।

ফেরিক অক্সাইড : Fe_2O_3 : গহনা ইত্যাদি পালিশ করিবার জন্য স্বর্ণকারগণ রুজ (Rouge) নামে লাল রং-এর যে গুঁড়া ব্যবহার করে, তাহা ফেরিক অক্সাইডেরই সূক্ষ্ম চূর্ণ। সাধারণত ফেরিক হাইড্রক্সাইড [$Fe(OH)_3$] অথবা ফেরাস সালফেট উত্তপ্ত করিয়া ইহা প্রস্তুত করা হয়।



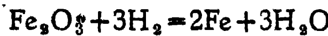
$$(a) \quad 2Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 + 3H_2O$$

তাপ



$$(b)\ 2FeSO_4 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$$

ধর্ম : বিভিন্ন অ্যাসিডে দ্রবীভূত হইয়া ইহা ফেরিক লবণ উৎপাদন করে। হাইড্রোজেন অথবা কার্বন মনোক্সাইড দ্বারা বিজারিত হইয়া ইহা লৌহে পরিণত হয়।



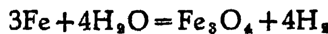
$$Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O$$



$$Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$$

ব্যবহার : গহনা পালিশের কাজে এবং রং হিসাবে ইহার ব্যবহার আছে।

ফেরসোফেরিক অক্সাইড : Fe_3O_4 : ইহাকে আয়রনের ম্যাগ্নেটিক অক্সাইডও বলা হয়। লোহিত-তপ্ত লৌহচূর্ণের উপর স্টীম প্রবাহিত করিয়া ইহা প্রস্তুত করা হয়।



$$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$$

ম্যাগ্নেটাইট (Magnetite) নামে লৌহের যে খনিজ প্রস্তর পাওয়া যায় তাহার মধ্যে ফেরসোফেরিক অক্সাইড থাকে।

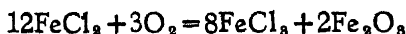
ধর্ম : ইহার স্বাভাবিক চুম্বক-শক্তি থাকে। গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে ইহা হইতে ফেরাস ও ফেরিক ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



$$Fe_3O_4 + 8HCl = FeCl_2 + 2FeCl_3 + 4H_2O$$

ফেরাস ক্লোরাইড : $FeCl_2$: লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে আয়রন্ অথবা আয়রন্ সাল্ফাইড (FeS) দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণটি গাঢ় করিলে ফেরাস ক্লোরাইডের সোদক লবণ ($FeCl_2$, $4H_2O$) কেলাসিত হয়। বাতাসের সংস্পর্শ বাঁচাইয়া স্ফটিকগুলি শুষ্ক করিয়া লওয়া হয়। উত্তপ্ত করিলে ইহা নিরুদক লবণের পরিবর্তে ফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয়। নিরুদক ফেরাস ক্লোরাইড প্রস্তুত করিতে হইলে উত্তপ্ত আয়রন্-তারের উপর দিয়া হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস প্রবাহিত করিতে হয়।

ধর্ম ঃ নিরুদক অবস্থায় ইহা বর্ণহীন। কিন্তু সোদক স্ফটিকের রং সবুজ। নিরুদক লবণ উদগ্রাহী। ফেরাস ক্লোরাইড জলে অত্যন্ত দ্রবণীয়, এবং বাতাসে জারিত করিলে ইহা জারিত হইয়া ফেরিক ক্লোরাইডে পরিণত হয়।



$$12FeCl_2+3O_2=8FeCl_3+2Fe_2O_3$$

ফেরাস ক্লোরাইড দ্রবণে কস্টিক সোডা দিলে সবুজ রং-এর ফেরাস হাইড্রক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



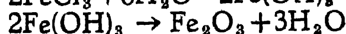
$$FeCl_2+2NaOH=Fe(OH)_2+2NaCl$$

***ফেরিক ক্লোরাইড : $FeCl_3$ ঃ** ফেরিক অক্সাইড অথবা ফেরিক হাইড্রক্সাইড লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে ফেরিক ক্লোরাইডের যে দ্রবণ পাওয়া যায়, গাঢ় করিয়া শীতল করিলে তাহাতে ঈষৎ হলুদ সোদক ফেরিক ক্লোরাইড ($FeCl_3$, $6H_2O$) কেলাসিত হয়।

সোদক ফেরিক ক্লোরাইড উত্তপ্ত করিলে ইহা শেষে ফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয়।

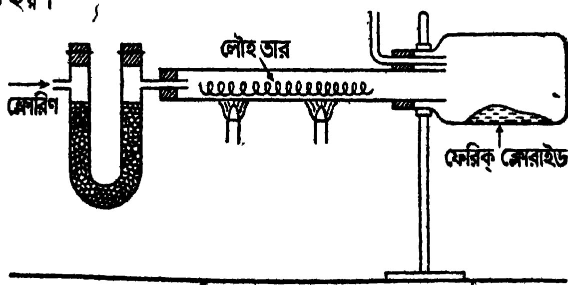


$$2FeCl_3+6H_2O=2Fe(OH)_3+6HCl$$



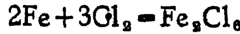
$$2Fe(OH)_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} Fe_2O_3+3H_2O$$

নিরুদক ফেরিক ক্লোরাইড প্রস্তুত করিতে হইলে একটি শক্ত কাচ-নলে রক্ষিত লোহিত-তপ্ত লৌহ-তারের উপর দিয়া ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করিতে হয়।



নিরুদক ফেরিক ক্লোরাইড প্রস্তুতি

কাচ-নলের দক্ষিণপার্শ্বের গ্রাহক-বোতলে কালো রং-এর ফেরিক ক্লোরাইড সঞ্চিত হয়।



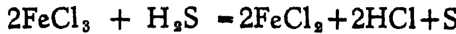
$$2Fe + 3Cl_2 = Fe_2Cl_6$$

ফেরিক ক্লোরাইড

ধর্ম ঃ নিরুদক ফেরিক ক্লোরাইড কৃষ্ণবর্ণ কঠিন পদার্থ। বাষ্পীয় ঘনত্ব হইতে দেখা যায়, ইহার আণবিক সংকেত Fe_2Cl_6। ইহা জলে দ্রবণীয় এবং জলীয় দ্রবণে কিঞ্চিৎ আর্দ্র-বিশ্লেষণের জন্য দ্রবণটি অম্লগুণযুক্ত। সালফিউরেটেড হাইড্রোজেন, স্টানাস ক্লোরাইড প্রভৃতি বিজারক ইহাকে ফেরাস্ ক্লোরাইডে পরিণত করে।



$$2FeCl_3 + SnCl_2 = 2FeCl_2 + SnCl_4$$



$$2FeCl_3 + H_2S = 2FeCl_2 + 2HCl + S$$

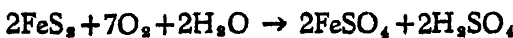
ব্যবহার ঃ ল্যাবরেটরি-বিক্রিয়ক হিসাবে ও ঔষধে ইহার ব্যবহার আছে।

*** ফেরাস সাল্ফেট : $FeSO_4$ ঃ** ফেরাস সাল্ফেটের সোদক লবণ ($FeSO_4$, $7H_2O$) গ্রীন্ বা **হরিৎ ভিট্রিয়ল** (Green vitriol) নামে পরিচিত। চলতি বাংলায় ইহাকে হিরাকষ বলা হয়। লঘু সাল্ফিউরিক অ্যাসিডে আয়রন্ অথবা আয়রন্ সাল্ফাইড (FeS) দ্রবীভূত করিলে ফেরাস সাল্ফেটের দ্রবণ পাওয়া যায়। উক্ত দ্রবণ গাঢ় করিয়া শীতল করিলে সোদক ফেরাস সাল্ফেট কেলাসিত হয়।



$$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2$$

অধিক পরিমাণে ফেরাস সাল্ফেট প্রস্তুতির জন্য সাধারণত খনিজ আয়রন্ পাইরাইট (FeS_2) স্তূপীকৃত করিয়া জল ও বাতাসে রাখিয়া দেওয়া হয়। তাহার ফলে পাইরাইট জারিত হইয়া ফেরাস সাল্ফেট ও সাল্ফিউরিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।



$$2FeS_2 + 7O_2 + 2H_2O \rightarrow 2FeSO_4 + 2H_2SO_4$$

ইহাতে পরিত্যক্ত ছাটাই লৌহ দিয়া সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড প্রশমিত করিয়া ফেরাস সাল্‌ফেট কেলাসিত করা হয়।

ধর্ম ঃ ফেরাস সাল্‌ফেট স্ফটিক ঈষৎ সবুজ এবং উদত্যাগী। বাতাসে জারণের ফলে উপরের অংশে অনেক সময় ফেরিক সাল্‌ফেটের বাদামী রং দেখা যায়। ইহা জলে দ্রবণীয়। উত্তপ্ত করিলে ইহা প্রথমে কেলাসন জল ত্যাগ দ্বারা নিরুদক হয়, এবং আরও অধিক উষ্ণতায় ফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয়।



$$FeSO_4, 7H_2O \rightarrow FeSO_4 + 7H_2O$$

তাপ



$$2FeSO_4 \rightarrow Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3$$

তাপ

এইভাবে ফেরিক অক্সাইডের যে চূর্ণ পাওয়া যায় তাহা রুজ (Rouge) নামে গহনা ইত্যাদি পালিশের জন্য ব্যবহৃত হয়।

আর্দ্র বাতাসে রাখিয়া দিলে ফেরাস সাল্‌ফেট জারিত হইয়া ক্ষারকীয় ফেরিক সাল্‌ফেটে (Basic ferric sulphate) পরিণত হয়।



$$4FeSO_4 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)SO_4$$

কিন্তু, ফেরাস সাল্‌ফেটের সহিত কিছু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত থাকিলে বাতাসের অক্সিজেন অথবা H_2O_2 বা নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত হইয়া ইহা ফেরিক সাল্‌ফেটে পরিণত হয়।



$$2FeSO_4 + H_2SO_4 + H_2O_2 = Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$$

ফেরাস সাল্‌ফেট দ্রবণ নাইট্রিক অক্সাইড (NO) শোষণ করিয়া এক ঘোর বাদামী বা কালো দ্রবণে পরিণত হয়। ইহাতে ফেরাস সাল্‌ফেট ও নাইট্রিক অক্সাইডের মধ্যে এক অস্থায়ী যৌগের সৃষ্টি হয়।



$$FeSO_4 + NO \rightarrow FeSO_4, NO$$

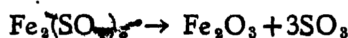
ব্যবহার ঃ লিখিবার কালি প্রস্তুতির জন্য; রাগবন্ধক হিসাবে; ও রুজ প্রস্তুতিতে ফেরাস সাল্‌ফেট ব্যবহৃত হয়।

ফেরিক সাল্ফেট : $Fe_2(SO_4)_3$: লঘু সাল্ফিউরিক অ্যাসিডে ফেরিক অক্সাইড (Fe_2O_3) দ্রবীভূত করিয়া অথবা গাঢ় সাল্ফিউরিক অ্যাসিড মাধ্যমে ফেরাস সাল্ফেটকে নাইট্রিক অ্যাসিড দ্বারা জারিত করিয়া ফেরিক সাল্ফেট প্রস্তুত করা যায়।



$$6FeSO_4 + 3H_2SO_4 + 2HNO_3 = 3Fe_2(SO_4)_3 + 2NO + 4H_2O$$

ধর্ম : ঈষৎ বাদামী বা হলুদবর্ণ স্ফটিকের আকারে ইহা পাওয়া যায়। ইহা জলে দ্রবণীয়। 500° ডিগ্রির উপর উত্তপ্ত করিলে ইহা বিয়োজিত হইয়া ফেরিক অক্সাইডে পরিণত হয়।



$$Fe_2(SO_4)_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} Fe_2O_3 + 3SO_3$$

পটাসিয়াম্, অ্যামোনিয়াম প্রভৃতি সাল্ফেটের সহিত ইহা আয়রন্, অ্যালাম ইত্যাদি উৎপন্ন করে।

ব্যবহার : আয়রন্, অ্যালাম, M_2SO_4, $Fe_2(SO_4)_3$, $24H_2O$, ($M = K, NH_4$ ইত্যাদি) প্রস্তুতির জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

Exercises

1. What are the chief ores of iron? Describe the extraction of pig iron from its ores. [লৌহের প্রধান আকরিক কি কি? আকরিক হইতে লৌহ-নিষ্কাশন পদ্ধতি বর্ণনা কর।]

2. How is steel manufactured from cast iron? What properties of steel make it so useful? What is 'stainless steel'? [কাস্ট্ আয়রন্ হইতে কিরূপে স্টীল প্রস্তুত করা যায়? স্টীলের কি কি গুণের জন্য ইহা এত সমাদৃত? মরিচাহীন স্টীল কি?]

3. Compare the properties of wrought iron, cast iron and steel. Describe briefly different methods for the manufacture of wrought iron. [রট্ আয়রন্, কাস্ট্ আয়রন্ এবং স্টীলের ধর্মের একটি তুলনামূলক আলোচনা দাও। রট্ আয়রন্ প্রস্তুতির বিভিন্ন প্রণালীর সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।]

4. What is 'rust'? Describe experiments to show that (*a*) oxygen is removed from air during rusting of iron, and (*b*) that there is no rusting in the absence of water vapour in the atmosphere. Describe two methods used for the prevention of rusting of iron. ['মরিচা' কি? পরীক্ষা দ্বারা কিরূপে প্রমাণ করিবে যে (ক) লৌহে মরিচা ধরিলে বাতাস হইতে অক্সিজেন অপসারিত হয়, এবং (খ) বাতাসে জলীয় বাষ্প না থাকিলে মরিচা ধরে না। লৌহের মরিচা ধরা বন্ধের জন্ত যে সমস্ত উপায় অবলম্বন করা হয় তাহার দুইটি বর্ণনা দাও।]

5. Draw a neat diagram of a blast furnace and indicate its different parts. [মারুত-চুল্লীর একটি নিখুঁত চিত্র অঙ্কন করিয়া তাহার বিভিন্ন অংশ নির্দেশ কর।]

6. Why is limestone mixed with the iron ore in the blast furnace? [মারুত-চুল্লীতে লৌহ আকরিকের সহিত চুনাপাথর মিশ্রিত থাকে কেন?]

7. Complete and balance the following equations :—

(*a*) $Fe + O_2 =$

(*b*) $Fe + H_2O$ (steam) $=$

(*c*) $Fe_3O_4 + H_2 =$

(*d*) $Fe + HgCl_2$ (Soln.) $=$

(*e*) $FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 =$

(*f*) $Fe + HNO_3 =$

(*g*) $FeCl_2 + HNO_3 + HCl$ (dil.) $=$

(*h*) $Fe + HNO_3 =$

(*i*) $FeCl_2 + HNO_3 + HCl$(dil.) $=$

দশম অধ্যায়

(মার্‌কারি ও সিল্‌ভার)

*মার্‌কারি (পারদ) : Hg

পারমাণবিক গুরুত্ব : 200·61   পরমাণুক্রম : 80

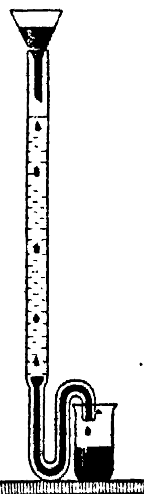
কোনো কোনো স্থানে প্রকৃতিতে মৌলাবস্থায় পারদ পাওয়া যায়। পারদের প্রধান আকরিক সিনাবর বা হিঙ্গুল (Cinabar : Hgs)।

পারদ প্রস্তুতি : সিনাবরকে বাতাসে উত্তপ্ত করিলে ইহা মার্‌কারি এবং SO_2-এ পরিণত হয়।



$$HgS + O_2 = Hg + SO_2$$

মার্‌কারি বাষ্প উদ্বায়িত হইয়া তরল অবস্থায় গ্রাহক কুপীতে সঞ্চিত হয়। ইহার সহিত মিশ্রিত কঠিন অপদ্রব্যসমূহ শ্যাময় চামড়া থলিতে ছাঁকিয়া পৃথক করা হয়। অতঃপর লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডে ধৌত করিয়া পারদকে আরও বিশুদ্ধ করা হয় (চিত্র দেখ)। উপরের ফানেল হইতে বিন্দু বিন্দু পারদ লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডপূর্ণ দীর্ঘনলের মধ্য দিয়া গিয়া নীচের বক্রনল পথে বাহির হইয়া যায়।



পারদ বিশোধন.

পারদের ধর্ম : ধাতুর মধ্যে একমাত্র পারদই সাধারণ উষ্ণতায় তরল। ইহা অত্যন্ত ভারী (ঘনত্ব = 13·6)। পারদের স্ফুটনাঙ্ক 356·9° সে. গ্রে.।

সাধারণ উষ্ণতায় ইহা বাতাসের সহিত ক্রিয়া করে না, কিন্তু উত্তপ্ত করিলে ধীরে ধীরে অক্সাইডে পরিণত হয়।



$$2Hg + O_2 = 2HgO$$

জল, ক্ষার, বা হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডের (লঘু অথবা গাঢ়) সহিত ইহার কোনো ক্রিয়া হয় না।

গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের সহিত ফুটাইলে ইহা মার্‌কিউরিক সাল্‌ফেট ও SO_2-এ পরিণত হয়।



$$Hg+2H_2SO_4=HgSO_4+2H_2O+SO_2$$

লঘু শীতল নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত অতিরিক্ত মার্‌কারির বিক্রিয়ার ফলে মার্‌কিউরাস নাইট্রেট $[Hg_2(NO_3)_2]$ উৎপন্ন হয়। কিন্তু গাঢ় নাইট্রিক অ্যাসিডের সহিত ফুটাইলে মার্‌কিউরিক নাইট্রেট $[Hg(NO_3)_2]$ পাওয়া যায়।



$$6Hg+8HNO_3\ (dil.)=3Hg_2(NO_3)_2+2NO+4H_2O$$



$$3Hg+8HNO_3=3Hg(NO_3)_2+2NO+4H_2O$$

হ্যালোজেন (ক্লোরিন, ব্রোমিন ইত্যাদি) ও সাল্‌ফারের সহিত ইহা প্রত্যক্ষভাবে সংযুক্ত হয়।



$$Hg+I_2=HgI_2$$

মার্‌কিউরিক আয়োডাইড



$$Hg+S=HgS$$

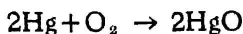
মার্‌কিউরিক সাল্‌ফাইড

মার্‌কারির ব্যবহার : থার্মোমিটার, ব্যারোমিটার (চাপমান যন্ত্র) প্রভৃতি যন্ত্র প্রস্তুতি; স্বর্ণ ও রৌপ্য নিষ্কাশন; এবং বিভিন্ন প্রয়োজনীয় মার্‌কারিযৌগ প্রস্তুতির জন্য পারদ ব্যবহৃত হয়।

মার্‌কারি যৌগ : এক এবং দুই—এই দুই প্রকার যোজ্যতার জন্য মার্‌কারির দুই শ্রেণীর যৌগ দেখা যায়। এক-যোজ্যতা-বিশিষ্ট যৌগগুলিকে **মার্‌কিউরাস** এবং দুই-যোজ্যতা-বিশিষ্ট যৌগগুলিকে মার্‌কিউরিক যৌগ বলা হয়।

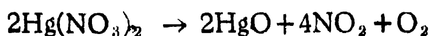
মার্‌কারি-যৌগের মধ্যে ক্লোরাইড (ক্যালোমেল : Hg_2Cl_2 এবং করোসিভ সাব্লিমেট্‌ বা রসকর্পূর : $HgCl_2$), ও সাল্‌ফাইড-ই (সিন্দুর, মকরধ্বজ : HgS) বিশেষ উল্লেখযোগ্য।

মার্কিউরিক অক্সাইড (HgO) : মার্কারিকে তাহার স্ফুটনাঙ্কের নীচে কিছুক্ষণ বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করিলে মার্কিউরিক অক্সাইডের লাল চূর্ণ উপরে ভাসিতে থাকে।

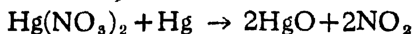


$$2Hg + O_2 \xrightarrow{\text{তাপ}} 2HgO$$

অধিক পরিমাণে প্রস্তুত করিতে হইলে সাধারণত মার্কিউরিক নাইট্রেট অথবা মার্কিউরিক নাইট্রেট ও মার্কারির মিশ্রণ উত্তপ্ত করা হয়।



$$2Hg(NO_3)_2 \xrightarrow{\text{তাপ}} 2HgO + 4NO_2 + O_2$$



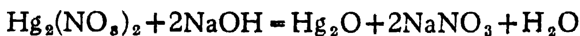
$$Hg(NO_3)_2 + Hg \rightarrow 2HgO + 2NO_2$$

দ্রবণীয় কোনো **মার্কিউরিক লবণে** কস্টিক সোডা দিলে হলুদ রং-এর মার্কিউরিক অক্সাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



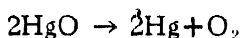
$$HgCl_2 + 2NaOH \rightarrow HgO + H_2O + 2NaCl$$

মার্কিউরাস লবণে কস্টিক সোডা দিলে ধূসর **মার্কিউরাস অক্সাইড (Hg_2O)** অধঃক্ষিপ্ত হয়।

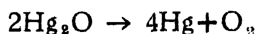


$$Hg_2(NO_3)_2 + 2NaOH = Hg_2O + 2NaNO_3 + H_2O$$

ধর্ম : অতিরিক্ত উষ্ণতায় মার্কিউরিক ও মার্কিউরাস অক্সাইড উভয়েই বিযোজিত হয়।



$$2HgO \xrightarrow{\text{তাপ}} 2Hg + O_2$$



$$2Hg_2O \xrightarrow{\text{তাপ}} 4Hg + O_2$$

মার্কিউরাস ক্লোরাইড (ক্যালোমেল, Hg_2Cl_2) : ইহা সাধরণত ক্যালোমেল (Calomel) নামে পরিচিত।

(১) মার্কিউরাস নাইট্রেট দ্রবণে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দিলে মারকিউরাস্ ক্লোরাইডের সাদা অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।



$$Hg_2(NO_3)_2 + 2HCl = Hg_2Cl_2 + 2HNO_3$$

* সিল্ভার (রৌপ্য) : Ag

পারমাণবিক গুরুত্ব : 107·88 পরমাণু ক্রমাঙ্ক : 47

ক্যানাডা, পেরু প্রভৃতি স্থানে মৌলাবস্থায় কিছু কিছু রৌপ্য পাওয়া যায়। ইহার আকরিকের মধ্যে **আর্জেণ্টাইট** (Argentite, Ag_2S), **হর্ন সিল্ভার** (Horn Silver, AgCl) প্রভৃতি বিশেষ উল্লেখযোগ্য। রৌপ্যোৎপাদনকারী দেশসমূহের মধ্যে আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্র, মেক্সিকো, ক্যানাডা, পেরু, চিলি প্রভৃতি প্রধান।

রৌপ্য নিষ্কাশন : আকরিক হইতে রৌপ্য নিষ্কাশণের জন্য যে সমস্ত উপায় অবলম্বিত হয়, তাহাদের মধ্যে নিম্নোক্ত তিনটি পদ্ধতি বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য।

(১) পারদ-সংকর পদ্ধতি (Amalgamation process),

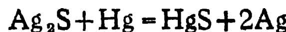
(২) সায়ানাইড পদ্ধতি (Cyanide process)

(৩) পার্কস্ পদ্ধতি (Parkes process)।

(১) **পারদ-সংকর পদ্ধতি :** খনিজ সিল্ভার, সিল্ভার সাল্ফাইড (Ag_2S) অথবা সিল্ভার ক্লোরাইড (হর্ন সিল্ভার, AgCl) আকরিক গুঁড়া করিয়া জল ও পারদের সহিত উত্তমরূপে মিশ্রিত করা হয়। AgCl এবং Ag_2S মার্কারি কর্তৃক বিজারিত হইয়া ধাতব সিল্ভারে পরিণত হয় এবং সিল্ভার অতিরিক্ত পারদে দ্রবীভূত হইয়া পারদ-সংকরে (সিল্ভার অ্যামালগাম) পরিণত হয়।



$$2AgCl + 2Hg = Hg_2Cl_2 + 2Ag$$



$$Ag_2S + Hg = HgS + 2Ag$$

সিল্ভারের পারদ-সংকরটি কাদামাটি হইতে পৃথক করিয়া লোহার বকযন্ত্রে পাতিত করা হয়। উদ্বায়ী মার্কারি গ্রাহককূপীতে সঞ্চিত হয়, এবং বকযন্ত্রে সিল্ভার অবশিষ্ট থাকে।

(২) **সায়ানাইড পদ্ধতি :** চূর্ণীকৃত আকরিকের সহিত লঘু সোডিয়াম সায়ানাইড (NaCN) দ্রবণ মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটি উত্তমরূপে

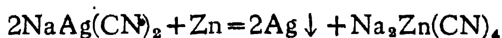
আলোড়িত করা হয়। সোডিয়াম সায়ানাইডের সহিত বিক্রিয়া দ্বারা সিল্‌ভার দ্রবণীয় জটিল লবণে পরিণত হয়।



$$Ag_2S + 4NaCN = 2NaAg(CN)_2 + Na_2S$$

সোডিয়াম আর্জেণ্টো সায়ানাইড

এই দ্রবণ ছাঁকিয়া লইয়া উহাতে দস্তার গুঁড়া দিলে ধাতব সিল্‌ভার অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$2NaAg(CN)_2 + Zn = 2Ag\downarrow + Na_2Zn(CN)_4$$

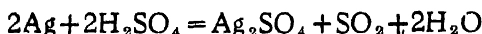
(৩) **পার্কস্‌ পদ্ধতি ঃ** লেড্‌ আকরিক গ্যালেনার (PbS) সহিত অনেক সময় সিল্‌ভার সাল্‌ফাইড (Ag_2S) মিশ্রিত থাকে। এইরূপ-আকরিক হইতে লেড্‌ নিষ্কাশণ করিলে বিশুদ্ধ লেডের পরিবর্তে সিল্‌ভার-লেড্‌ সংকর পাওয়া যায়। এই ধাতুসংকর হইতে সিল্‌ভার পাইতে হইলে ইহাকে জিঙ্কের সহিত মিশ্রিত করিয়া গলাইতে হয়। জিঙ্ক ও লেড্‌ দুইটি ভিন্ন স্তরে থাকে, কিন্তু লেড্‌ অপেক্ষা জিঙ্কে সিল্‌ভারের দ্রাব্যতা অনেক বেশী বলিয়া অধিকাংশ সিল্‌ভার জিঙ্কস্তরে চলিয়া যায়। অতঃপর জিঙ্ক-সিল্‌ভার ধাতুসংকর পৃথক করিয়া পোড়ামাটির বকযন্ত্রে পাতিত করিয়া উদ্বায়ী জিঙ্ক অপসারিত করা হয় এবং পাত্রের মধ্যে সিল্‌ভার পড়িয়া থাকে।

নীচের স্তরে যে সিল্‌ভার-লেড্‌ ধাতুসংকর থাকে, **কিউপেলেসন প্রণালীর (Cupellation process)** সাহায্যে তাহা হইতে সিল্‌ভার প্রস্তুত করা হয়। এই প্রণালীতে অস্থি-ভস্ম-নির্মিত একটি ডিম্বাকৃতি অগভীর পাত্রে লেড্‌-জিঙ্ক ধাতুসংকরটি লইয়া তাহাকে পরাবর্ত চুল্লীতে বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করা হয়। গলিত লেড্‌ লেড্‌ অক্সাইডে (PbO) পরিণত হইয়া পাত্রের কানা বাহিয়া নীচে পড়িয়া যায়, এবং সমস্ত লেড্‌ নিঃশেষ হইয়া গেলে সহসা এক সময় শ্বেত, উজ্জ্বল রৌপ্যের আবির্ভাব হয়।

সিল্‌ভারের ধর্ম ঃ সিল্‌ভারের একটি নিজস্ব সাদা রং আছে (রজত-

শুভ্র)। ইহার গলনাঙ্ক 756° সে. গ্রে. এবং ঘনত্ব, 10·5। ইহা উত্তম তাপ ও বিদ্যুৎপরিবাহী।

শুষ্ক বায়ুতে সিল্‌ভারের কোনো পরিবর্তন হয় না। কিন্তু বায়ুতে সাল্‌ফিউরেটেড হাইড্রোজেন (H_2S) থাকিলে ইহার উপরিভাগ কালো হইয়া যায়। জল বা স্টীম, অথবা ক্ষারদ্রবণেও ইহার কোনো পরিবর্তন হয় না। হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে (লঘু এবং গাঢ়) ইহা মোটেই দ্রবীভূত হয় না। লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে ইহা দ্রবীভূত হয় না, কিন্তু গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে ফুটাইলে ইহা সিল্‌ভার সাল্‌ফেটে পরিণত হয়।



$$2Ag+2H_2SO_4=Ag_2SO_4+SO_2+2H_2O$$

নাইট্রিক অ্যাসিডে ইহা সহজেই দ্রবীভূত হয়।



$$Ag+2HNO_3=AgNO_3+NO_2+H_2O$$

ব্যবহার ঃ মুদ্রা ও গহনা প্রস্তুতি; তড়িৎ-লেপন এবং বিভিন্ন সিল্‌ভার-যৌগ প্রস্তুতির জন্য সিল্‌ভার ব্যবহৃত হয়।

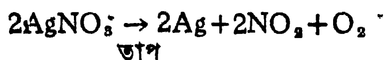
সিল্‌ভার যৌগ ঃ সিল্‌ভার যৌগের মধ্যে নাইট্রেট (লুনার কস্টিক, $AgNO_3$) এবং ব্রোমাইড-ই ($AgBr$) সর্বাপেক্ষা উল্লেখযোগ্য।

সিল্‌ভার নাইট্রেট, $AgNO_3$ ঃ ইহা **লুনার কস্টিক** (Lunar Caustic) নামে পরিচিত। উত্তপ্ত লঘু নাইট্রিক অ্যাসিডে সিল্‌ভার (ধাতু) দ্রবীভূত করিয়া দ্রবণ হইতে কেলাসন দ্বারা সিল্‌ভার নাইট্রেট প্রস্তুত করা হয়।



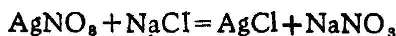
$$Ag+2HNO_3=AgNO_3+NO_2+H_2O$$

ধর্ম ঃ উত্তপ্ত করিলে ইহা প্রথমে গলিয়া তরল হয়। পরে **লোহিত-তপ্ত** করিলে বিযোজিত হইয়া ইহা সিল্‌ভার ধাতু, নাইট্রোজেন পারক্সাইড ও অক্সিজেনে পরিণত হয়।

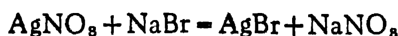


$$2AgNO_3 \xrightarrow[\text{তাপ}]{} 2Ag+2NO_2+O_2$$

ইহা জলে দ্রবণীয়। জলীয় দ্রবণে সোডিয়াম ক্লোরাইড বা ব্রোমাইড দিলে যথাক্রমে সিল্‌ভার ক্লোরাইড ও ব্রোমাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$AgNO_3 + NaCl = AgCl + NaNO_3$$



$$AgNO_3 + NaBr = AgBr + NaNO_3$$

সিল্‌ভার নাইট্রেট দ্রবণে অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড দিলে প্রথমে সিল্‌ভার অক্সাইডের বাদামী অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়। অতিরিক্ত অ্যামোনিয়ায় অধঃক্ষেপটি দ্রবীভূত হয়।



$$2AgNO_3 + 2NH_4OH = Ag_2O + 2NH_4NO_3 + H_2O$$



$$Ag_2O + 4NH_4OH = 2[Ag^+, 2NH_3]OH + 3H_2O$$

জটিল লবণ

জৈব পদার্থকে জারিত করিয়া ইহা নিজে কালো ধাতব সিল্‌ভারে পরিণত হয়। সেইজন্য শরীরের কোনো স্থানে সিল্‌ভার নাইট্রেট লাগিলে সেই স্থান কালো হইয়া যায়।

ব্যবহার ঃ ঔষধ হিসাবে; ফোটোগ্রাফীতে ব্যবহৃত রাসায়নিক পদার্থ (AgBr) প্রস্তুতির জন্য; কাপড়ে চিহ্ন দেওয়ার জন্য; তড়িৎ-লেপনে; এবং ল্যাবরেটরি-বিক্রিয়ক হিসাবে সিল্‌ভার নাইট্রেট ব্যবহৃত হয়।

ফোটোগ্রাফী

ফোটোগ্রাফীতে **সিল্‌ভার ব্রোমাইডের** ব্যবহারই বোধ হয় সিল্‌ভারের সর্বাপেক্ষা গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার।

ফোটো-ফিল্‌মে কি থাকে ? ফোটো-ফিল্‌ম সাধারণত সেলুলোজ অ্যাসিটেট বা ঐ জাতীয় কোনো স্বচ্ছ প্লাস্টিকের তৈয়ারী। ইহার উপরে জিলাটিন ও সিল্‌ভার ব্রোমাইড (AgBr) মিশ্রণের (Emulsion) একটি পাতলা প্রলেপন দেওয়া হয়।

আলোর ক্রিয়া ঃ এই ফিল্‌মটির উপর যখন কোনো পদার্থের

প্রতিবিম্ব পড়ে, তখন আলোর প্রাখর্য অনুযায়ী ফিল্ম-মধ্যস্থ সিল্‌ভার ব্রোমাইডে এক অদৃশ্য ক্রিয়া শুরু হয়।

ফিল্‌মের রূপায়ন (Developing) : এখন ফিল্‌মটি হাইড্রোকুইনোন্ বা মিটল্ (Metol) জাতীয় কোনো বিজারক দ্রবণে ডুবাইলে সিল্‌ভার ব্রোমাইডের যে অংশে আলোর যেরূপ ক্রিয়া হইয়াছিল, সেই অংশে সিল্‌ভার ব্রোমাইড সেইরূপ বিজারিত হইয়া কালো সিল্‌ভারে পরিণত হয়। কিন্তু যে সকল স্থানের সিল্‌ভার ব্রোমাইডে আলো পড়ে নাই, সে সকল স্থান বিজারক দ্রবণ কর্তৃক মোটেই আক্রান্ত হয় না।

অতঃপর ফিল্‌মটি ‘হাইপো’ বা সোডিয়াম থায়োসাল্‌ফেটের ($Na_2S_2O_3$) লঘু দ্রবণে ধৌত করিয়া অপরিবর্তিত AgBr দ্রবীভূত করা হয়। এইভাবে ‘ডেভেলপ্’ করা ফিল্‌মের যে অংশে যেরূপ আলো পড়িয়াছিল, সেই অংশ সেইরূপ কালো হয়। ইহাকে **নেগেটিভ** (Negative) বলে।

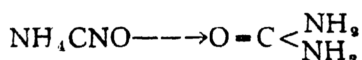
ফোটো মুদ্রণ বা প্রিন্টিং (Printing) : নেগেটিভ হইতে ফোটো প্রিণ্ট করিতে হইলে ফিল্‌মের অনুরূপ সিল্‌ভার ক্লোরাইড জিলাটিন-মাখানো কাগজের উপর নেগেটিভ রাখিয়া তাহার মধ্য দিয়া আলো যাইতে দেওয়া হয়। পরে একইভাবে কাগজটি ডেভেলপ্ ও ধৌত করিলে ইহার উপর নেগেটিভের বিপরীত ছবি মুদ্রিত হয়।

একাদশ অধ্যায়

জৈব রসায়ন

হাইড্রোকার্বন

পূর্বে বৈজ্ঞানিকদের ধারণা ছিল যে, কার্বন ও হাইড্রোজেন-যৌগ ও তদ্‌জাত অন্যান্য যৌগ কেবলমাত্র প্রাণী ও উদ্ভিদদেহের মধ্যে সংগঠিত হয়। এই ধারণা হইতে কার্বন-যৌগের আলোচনাকে **জৈব রসায়ন (Organic Chemistry)** বলা হইত। 1828 খৃস্টাব্দে ভোয়েলার (Wöhler) অজৈব অ্যামোনিয়াম সায়ানেট-কে (NH_4CNO) ইউরিয়ায় (urea) পরিণত করিয়া এই ধারণার মূলে কুঠারাঘাত করেন। ইউরিয়া একান্ত-ভাবেই প্রাণীদেহসঞ্জাত পদার্থ। জীবজন্তুর মূত্রের সহিত ইহা নির্গত হয়। ইউরিয়া এবং অ্যামোনিয়াম সায়ানেট উভয়ের প্রতি অণুতে কার্বন, হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন এবং অক্সিজেন পরমাণুর সংখ্যা সমান, কিন্তু পরমাণু-বিন্যাস বিভিন্ন।



$$NH_4CNO \longrightarrow O=C<\begin{matrix}NH_2\\NH_2\end{matrix}$$

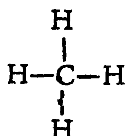
অ্যামোনিয়াম সায়ানেট — ইউরিয়া

এই ধরনের রাসায়নিক ক্রিয়াকে **পুনর্বিন্যাস ক্রিয়া** (Rearrangement) বলে।

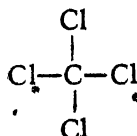
ভোয়েলারের এই আবিষ্কার হইতেই আধুনিক জৈব রসায়নের সূত্রপাত হয়। ইহার পর সহস্র সহস্র জৈব পদার্থ রসায়নাগারে প্রস্তুত হইয়াছে এবং প্রতি বৎসর বহু নূতন নূতন পদার্থের আবিষ্কার হইতেছে।

কার্বনের একটি বিশেষ গুণ আছে যে, বহু কার্বন পরমাণু পরস্পরের সহিত সংযুক্ত হইয়া যৌগ সৃষ্টি করিতে পারে। এইজন্যই কার্বনের যত যৌগ দেখা যায়, অন্য কোনো মৌলের এত অধিক যৌগ দেখা যায় না।

কার্বন পরমাণুর যোজ্যতা চার, অর্থাৎ একটি কার্বন্ পরমাণুর সহিত হাইড্রোজেন অথবা অন্য কোনো একযোজী পদার্থের চারিটি পরমাণু সংযুক্ত হইতে পারে। যথা



মিথেন : CH_4
(Methane)

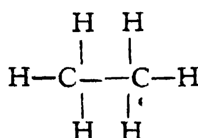


কার্বন টেট্রাক্লোরাইড : CCl_4
Carbon Tetra chloride

হাইড্রোকার্বন (Hydrocarbons) :

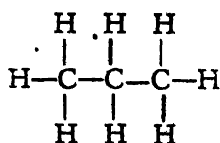
মিথেন গোষ্ঠী (Methane Series) : কার্বন ও হাইড্রোজেনের যৌগকে হাইড্রোকার্বন বলা হয়। হাইড্রোকার্বন সমূহের মধ্যে মিথেনই সরলতম। ইহাতে একটি কার্বন পরমাণু তাহার চারিটি যোজ্যতা দ্বারা চারিটি হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত সংযুক্ত হইয়াছে।

কার্বনের একটি যোজ্যতা দ্বারা ইহা হাইড্রোজেনের পরিবর্তে অপর একটি কার্বন পরমাণুর সহিতও সংযুক্ত হইতে পারে। যথা,

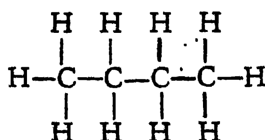


ইথেন : C_2H_6 (Ethane)

একই উপায়ে দ্বিতীয় কার্বন পরমাণুটি আবার একটি তৃতীয় কার্বন পরমাণুর সহিত, এবং তৃতীয়টি একটি চতুর্থ পরমাণুর সহিত সংযুক্ত হইতে পারে। এইভাবে অনেকগুলি কার্বন পরমাণুর পারস্পরিক সংযোগের ফলে কার্বন ও হাইড্রোজেনের যে যৌগ-গোষ্ঠীর সৃষ্টি হয়, জৈব রসায়নে তাহারা **মিথেন গোষ্ঠী বা প্যারাফিন গোষ্ঠী** (Methane or Paraffin series) নামে পরিচিত।



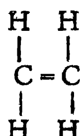
প্রোপেন : C_3H_8
(Propane)



বিউটেন : C_4H_{10}
(Butane)

একটু লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে যে, মিথেন-গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত হাইড্রোকার্বন সমূহের যে কোনোটিতে তাহার অব্যবহিত পূর্বের হাইড্রোকার্বন অপেক্ষা একটি কার্বন ও দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণু (CH_2) বেশী থাকে। এইরূপে কোনো গোষ্ঠীতে বিভিন্ন পদার্থের মধ্যে পরমাণু-সংখ্যার কোনো নিয়মিত পার্থক্য দেখা গেলে সেই গোষ্ঠীকে **সমমূলক শ্রেণী (Homologous series)** বলা হয়। প্রতি সমমূলক শ্রেণীর যৌগের জন্য একটি সাধারণ সংকেত থাকে। মিথেন-শ্রেণীর সাধারণ সংকেত, C_nH_{2n+2}। এখানে n একটি যে কোনো পূর্ণ সংখ্যা।

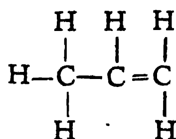
ইথিলীন শ্রেণী (Ethylene series) : ইথেনে দুইটি কার্বন পরমাণু একটিমাত্র বন্ধনী দ্বারা পরস্পরের সহিত সংযুক্ত হইয়াছে। কিন্তু অনেক সময় দুইটি কার্বন পরমাণু দুই বা ততোধিক বন্ধনী দ্বারা পরস্পরের সহিত সংযুক্ত হয়। এইরূপে ইথিলীন (Ethylene : C_2H_4) নামক হাইড্রোকার্বনের সৃষ্টি হয়।



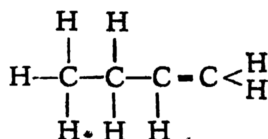
ইথিলীন : C_2H_4
(Ethylene)

কার্বন দ্বারা ইথিলীনের হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করিলে ইহা হইতে

প্রোপিলীন (Propylene : C_3H_6), বিউটিলীন (Butylene : C_4H_8) প্রভৃতি অন্যান্য হাইড্রোকার্বনের সৃষ্টি হয়।



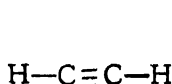
প্রোপিলীন : C_3H_6
(Propylene)



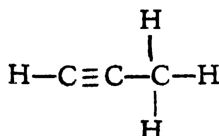
বিউটিলীন : C_4H_8
(Butylene)

ইহাদের পরস্পরের মধ্যে একটি কার্বন ও দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণুর পার্থক্য দেখা যায়, এবং ইহাদের সাধারণ সংকেত C_nH_{2n} দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অ্যাসিটিলীন শ্রেণী (Acetylene series) : এই শ্রেণীর প্রথম সদস্য অ্যাসিটিলীনের সহিত আমরা সকলেই অল্পবিস্তর পরিচিত। কারণ, গ্যাসের বাতি বা কার্বাইড বাতিতে এই গ্যাস জ্বালানো হয়। অ্যাসিটিলীনে দুইটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে **তিনটি** বন্ধনী থাকে।



অ্যাসিটিলীন : C_2H_2
(Acetylene)



প্রোপাইন : C_3H_4
(Propine)

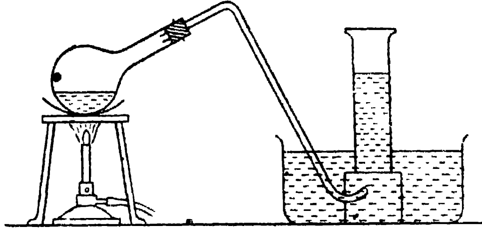
ইহাদের সাধারণ সংকেত : C_nH_{2n-2}।

মিথেন (Methane) : CH_4

জলা জায়গায় গাছপালা পচিয়া এই গ্যাস উৎপন্ন হয় বলিয়া ইহাকে **মার্স গ্যাস** বা জলা গ্যাস (Marsh gas) বলে। জলাভূমিতে বা গোরস্থানে যে আলেয়ার আলো দেখা যায়, বাতাসে মার্স গ্যাস দহনের ফলেই তাহা উৎপন্ন হয়। কয়লাখনিতে অনেক সময় যে বিস্ফোরণ ঘটে তাহারও

কারণ এই মার্স গ্যাস। পেট্রোলিয়াম খনি হইতে নির্গত প্রাকৃতিক গ্যাস (Natural gas) এবং কোল-গ্যাসেও (Coal gas) প্রচুর মিথেন থাকে।

প্রস্তুতি ঃ একটি শক্ত কাচনল অথবা তাম্রকূপীতে নিরুদক **সোডিয়াম**



মিথেন প্রস্তুতি

অ্যাসিটেটের সহিত সোডা লাইম (চুন ও কস্টিক সোডার মিশ্রণ) লইয়া উত্তপ্ত করিলেই মিথেন গ্যাস নির্গত হয়।



$$CH_3.COONa + NaOH = CH_4 + Na_2CO_3$$

সোডিয়াম অ্যাসিটেট মিথেন

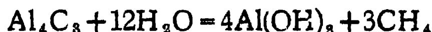
নির্গত গ্যাস জলের অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়। এই-ভাবে প্রস্তুত করা হইলে মিথেনের সহিত ইথিলীন, হাইড্রোজেন প্রভৃতি গ্যাস মিশ্রিত থাকে।

***বিশুদ্ধ মিথেন ঃ** জায়মান হাইড্রোজেন (Nascent hydrogen) দ্বারা মিথাইল আয়োডাইড বিজারিত করিলে বিশুদ্ধ মিথেন পাওয়া যায়। কপার সালফেট দ্রবণে টুকরা টুকরা জিঙ্ক ডুবাইলে জিঙ্কের উপর কপারের একটি আস্তরণ পড়ে। এইরূপ জিঙ্কের টুকরা মিথিল কোহলে (Methyl alcohol) রাখিয়া তাহাতে ফোঁটা ফোঁটা করিয়া মিথাইল আয়োডাইডের (CH_3I) কোহলীয় দ্রবণ দেওয়া হয়। কোহলের সহিত জিঙ্ক-কপার যুগলের (Zinc-Copper couple) ক্রিয়ার ফলে সঞ্জাত হাইড্রোজেন মিথাইল আয়োডাইডকে (CH_3I) বিজারিত করিয়া মিথেনে পরিণত করে।



$$CH_3I + 2H = CH_4 + HI$$

জলে অ্যালুমিনিয়াম কার্বাইড (Al_4C_3) দিলে উহা হইতে মিথেন নির্গত হয়।

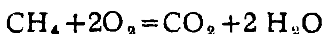


$$Al_4C_3+12H_2O=4Al(OH)_3+3CH_4$$

মিথেনের ধর্ম ঃ মিথেন স্বাদ, গন্ধ ও বর্ণহীন গ্যাস। বাতাস অপেক্ষা ইহা হালকা। গ্যাসটি জলে অদ্রবণীয়, এবং ইহার কোনো ক্ষার বা অম্লগুণ নাই।

ইহা অন্যের দহনে সহায়তা করে না, কিন্তু নিজে দাহ্য।

বাতাস বা অক্সিজেনে ইহা ঈষৎ নীল শিখাসহ জ্বলিয়া CO_2 ও জল উৎপন্ন করে।



$$CH_4+2O_2=CO_2+2\ H_2O$$

বাতাস ও মিথেনের মিশ্রণে অগ্নিসংযোগ করিলে প্রচণ্ড বিস্ফোরণের সহিত উপরোক্ত রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘটিত হয়।

মিথেনে কার্বনের চারিটি যোজকই হাইড্রোজেনের সহিত সংযুক্ত থাকে বলিয়া ইহার রাসায়নিক ক্রিয়াশীলতা অপেক্ষাকৃত কম।

তীব্র ক্ষার, অ্যাসিড, জারক ও বিজারক ইহাকে আক্রমণ করিতে পারে না। কিন্তু **ক্লোরিন** এবং **ব্রোমিন** কর্তৃক ইহা আক্রান্ত হয়। মিথেন এবং ক্লোরিনের একটি মিশ্রণ সূর্যালোকে রাখিয়া দিলে জারটি তৎক্ষণাৎ সাদা ধোঁয়ায় পূর্ণ হইয়া যায়, এবং জারের গায়ে কালো কালো কার্বনচূর্ণ লাগিয়া থাকিতে দেখা যায়।



$$CH_4+2Cl_2=C+4HCl$$

মৃদু আলোকে মিথেনের হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি পর্যায়ক্রমে ক্লোরিন দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।



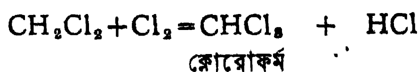
$$CH_4+Cl_2=CH_3Cl\quad+\quad HCl$$

মিথাইল ক্লোরাইড



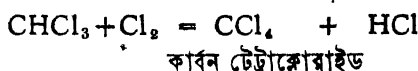
$$CH_3Cl+Cl_2=CH_2Cl_2\quad+\quad HCl$$

মিথিলীন ক্লোরাইড



$$CH_2Cl_2 + Cl_2 = CHCl_3 + HCl$$

ক্লোরোফর্ম



$$CHCl_3 + Cl_2 = CCl_4 + HCl$$

কার্বন টেট্রাক্লোরাইড

ব্রোমিনের ক্রিয়াও ক্লোরিনের অনুরূপ, তবে উহা আরও ধীরগতি। এইরূপ ক্রিয়াকে **প্রতিস্থাপন ক্রিয়া** (Substitution reaction) বলে।

***মিথেনের আণবিক সংকেত :** U-আকৃতির একটি গ্যাসমান যন্ত্রে শুষ্ক মিথেন লইয়া তাহার আয়তন জানিয়া লওয়া হয়। অতঃপর ইহার সহিত অতিরিক্ত অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া পুনরায় আয়তন স্থির করা হয়। এই মিশ্রণের মধ্যে বিদ্যুৎস্ফুলিঙ্গ দ্বারা মিথেন দগ্ধ করিলে যে CO_2 ও জল (তরল) উৎপন্ন হয়, তাহাদের মধ্যে জলের আয়তন অতি সামান্য বলিয়া উহা ধরা হয় না। এখন যন্ত্রের মধ্যে এক টুকরা কস্টিক-পটাস দিয়া উহার মধ্যস্থিত CO_2 শোষণ করিয়া লওয়া হয়, এবং ইহার ফলে গ্যাসের আয়তন-সঙ্কোচন লক্ষ্য করা হয়। এখন যন্ত্রের মধ্যে যাহা অবশিষ্ট থাকে তাহা অব্যবহৃত অক্সিজেন গ্যাস।

মনে কর, কোনো পরীক্ষায়—

মিথেনের আয়তন = 10 সি. সি.

অক্সিজেনের আয়তন = 30 „

মিথেন দগ্ধ হইবার পর গ্যাসায়তন = 20 „

কস্টিকপটাস কর্তৃক শোষণের পর

অবশিষ্ট গ্যাসের (অর্থাৎ অক্সিজেনের)

আয়তন = 10 „

অতএব, CO_2-এর আয়তন = 20 − 10 = 10 সি. সি.

সুতরাং, মোট ব্যবহৃত অক্সিজেনের আয়তন = 30 − 10 = 20 সি. সি.

এখন আমরা জানি যে CO_2 হইতে উহার সমায়তন অক্সিজেন পাওয়া যায়। অতএব 10 সি.সি. CO_2-এর জন্য 10 সি.সি. অক্সিজেন ব্যয়িত হইয়াছে, এবং অবশিষ্ট, (20 − 10 =)10 সি.সি. অক্সিজেন হাইড্রোজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়া জলে পরিণত হইয়াছে। জল গঠন করিতে যত

অক্সিজেন লাগে, আয়তন হিসাবে হাইড্রোজেন লাগে তাহার দ্বিগুণ। অতএব 10 সি.সি. অক্সিজেনের সহিত নিশ্চয়ই 20 সি.সি. হাইড্রোজেন সংযুক্ত হইয়া জল গঠন করিয়াছে।

সুতরাং, 10 সি.সি. মিথেন হইতে 10 সি.সি. CO_2 এবং 20 সি.সি. হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

অতএব, ১ ঘনায়তন মিথেন হইতে ১ ঘনায়তন CO_2 এবং ২ ঘনায়তন হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

অর্থাৎ ১ অণু মিথেন হইতে ১ অণু CO_2 এবং ২ অণু হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

(অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প)

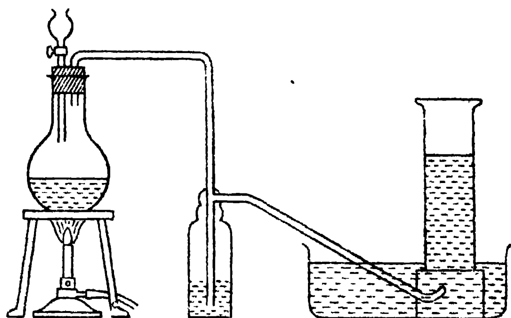
কিন্তু, ১ অণু CO_2-এ ১টি কার্বনপরমাণু এবং ২ অণু হাইড্রোজেনে ৪টি হাইড্রোজেন পরমাণু থাকে।

অতএব মিথেনের আণবিক সংকেত CH_4।

ইথিলীন (Ethylene) : C_2H_4

কোল-গ্যাস ও পেট্রোলিয়াম খনির প্রাকৃতিক গ্যাসে ইথিলীন থাকে।

প্রস্তুতি ঃ বিন্দুপাতী ফানেল ও নির্গমনলযুক্ত একটি কাচকূপীতে



ইথিলীন প্রস্তুতি

ইথিল্ অ্যালকোহলের সহিত তাহার তিনগুণ গাঢ় সাল্ফিউরিক অ্যাসিড মিশ্রিত করিয়া মিশ্রণটি বালুখোলায় 165° পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়। মিশ্রণটি

ফুটিবার সময় যাহাতে অতিরিক্ত ফেনা না হয় তজ্জন্য ইহার মধ্যে কিছু নিরুদক অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড অথবা ভাঙ্গা কাচের টুকরা দেওয়া হয়। গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড ইথিল কোহল হইতে জল বিযুক্ত করিয়া ইহাকে ইথিলীনে পরিণত করে।



$$C_2H_5OH + H_2SO_4 = C_2H_4 + (H_2SO_4 + H_2O)$$

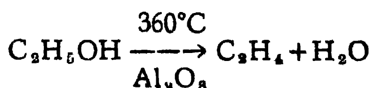
অর্থাৎ



$$C_2H_5OH - H_2O = C_2H_4$$

নির্গত ইথিলীন গ্যাসকে কস্টিক পটাস দ্রবণের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিয়া ইহাকে SO_2, CO_2, প্রভৃতি হইতে মুক্ত করা হয়, এবং জলের অপসারণ দ্বারা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়।

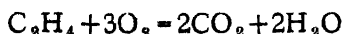
উত্তপ্ত (360° সে. গ্রে.) অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (Al_2O_3) প্রভাবকের উপর ইথিল কোহল বাষ্প পরিচালিত করিয়াও ইথিলীন প্রস্তুত করা হয়।



$$C_2H_5OH \xrightarrow[Al_2O_3]{360°C} C_2H_4 + H_2O$$

ধর্ম ঃ ইথিলীন বর্ণহীন গ্যাস। ইহার একটি মিষ্ট গন্ধ আছে। নিঃশ্বাসের সহিত অধিক পরিমাণে গ্রহণ করিলে চেতনা লুপ্ত হয় বলিয়া ইথিলীন ও অক্সিজেনের মিশ্রণ সংজ্ঞাহারী ঔষধ (anaesthetic) হিসাবে ব্যবহৃত হয়। জলে ইহার দ্রাব্যতা নাই বলিলেও চলে। ইহার অ্যাসিড বা ক্ষারকীয় কোনো গুণই নাই।

বাতাস বা অক্সিজেনে উজ্জ্বল শিখার সহিত জ্বলিয়া ইহা CO_2 ও জলে পরিণত হয়।



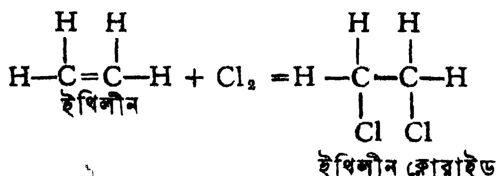
$$C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$$

ইথিলীন ও অক্সিজেনের মিশ্রণে অগ্নিসংযোগ করিলে প্রচণ্ড বিস্ফোরণ হয়।

ইথিলীন এবং ইথিলীন পর্যায়ের অন্যান্য সমস্ত হাইড্রোকার্বনে দ্বি-বন্ধ (double bond) থাকার জন্য ইহাদিগকে অপরিপৃক্ত (unsaturated)

হাইড্রোকার্বন বলে। ইহার অর্থ এই যে ইহার মধ্যে কার্বন পরমাণুর সমস্ত বন্ধনীগুলি হাইড্রোজেন পরমাণুর সহিত সংযোগে নিযুক্ত হয় নাই, এবং প্রতি দ্বি-বন্ধে দুইটি বন্ধনী সুযোগ পাইলে অন্য যৌগের সহিত সংযুক্ত হইতে পারে। অপর পক্ষে, মিথেন ও তদ্পর্যায়ভুক্ত অন্যান্য হাইড্রোকার্বন-গুলির মধ্যে এরূপ কোনো দ্বি-বন্ধ না থাকায় তাহাদের কার্বন পরমাণুর বন্ধনীগুলি সবই পূর্ণভাবে নিযুক্ত। সেইজন্য মিথেন অপেক্ষা ইথিলীনের রাসায়নিক সক্রিয়তা অনেক বেশী।

ক্লোরিন, ব্রোমিন প্রভৃতির সহিত যুক্ত হইয়া ইহা ইথিলীন ক্লোরাইড ($C_2H_4Cl_2$), ইথিলীন ব্রোমাইড ($C_2H_4Br_2$) প্রভৃতি **সংযোগ-যৌগিকে** (addition compounds) পরিণত হয়।



$$H-\overset{\overset{H}{|}}{C}=\overset{\overset{H}{|}}{C}-H + Cl_2 = H-\underset{\underset{Cl}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-\underset{\underset{Cl}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}}-H$$

ইথিলীন ইথিলীন ক্লোরাইড

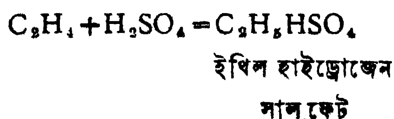
অনুরূপভাবে,



$$C_2H_4 + Br_2 = C_2H_4Br_2$$

এইরূপ রাসায়নিক ক্রিয়াকে **সংযোগ-ক্রিয়া** (addition reaction) বলে। অপরিপৃক্ত যৌগিকের ইহা একটি বিশেষত্ব।

গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড কর্তৃক শোষিত হইয়া ইহা ইথিল হাইড্রোজেন সাল্‌ফেটে পরিণত হয়।



$$C_2H_4 + H_2SO_4 = C_2H_5HSO_4$$

ইথিল হাইড্রোজেন সাল্‌ফেট

নিকেলচূর্ণ প্রভাবকের সান্নিধ্যে ইথিলীন ও হাইড্রোজেনের মিশ্রণ উত্তপ্ত করিলে অপরিপৃক্ত ইথিলীন, পরিপৃক্ত ইথেনে পরিণত হয়।



$$C_2H_4 + 2H = C_2H_6$$

ব্যবহার : সংজ্ঞাহারী ঔষধ হিসাবে ইহার ব্যবহারের কথা পূর্বেই উল্লেখিত হইয়াছে। বাতাসে অতি সামান্য পরিমাণ ইথিলীন থাকিলেও কাঁচা ফল শীঘ্র পাকিয়া যায় বলিয়া ফল পাকানোর জন্য ইহা ব্যবহৃত হয়।

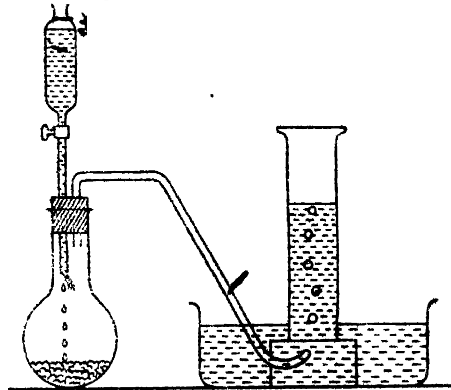
অ্যাসিটিলীন : (Acetylene) C_2H_2

প্রস্তুতি : (১) ক্যাল্সিয়াম কার্বাইডের (CaC_2) সহিত জলের রাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারা অ্যাসিটিলীন উৎপন্ন হয়।



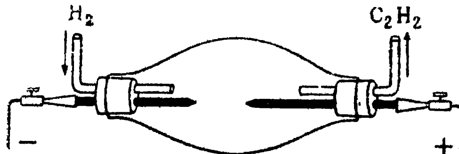
$$CaC_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2$$

বিন্দুপাতী ফানেল ও নির্গমনলযুক্ত একটি কাচকুপীতে ক্যাল্সিয়াম কার্বাইডের টুকরা লইয়া ফানেল হইতে প্রয়োজন মত জল দিতে থাকিলে, অ্যাসিটিলীন গ্যাস নির্গত হইবে। জলের অপসারণ দ্বারা উহা গ্যাস-জারে সংগ্রহ করা হয়।



অ্যাসিটিলীন প্রস্তুতি

(২) কার্বন ও হাইড্রোজেনের প্রত্যক্ষ সংযোগ দ্বারাও অ্যাসিটিলীন প্রস্তুত করা যায়। একটি স্ফীতোদর কাচনলের দুই প্রান্তস্থিত দুইটি গ্যাস-



কার্বন ও হাইড্রোজেনের প্রত্যক্ষ সংযোগ

কার্বন তড়িৎদ্বারের মধ্যে বিদ্যুৎক্ষরণ করা হয়, এবং নলটির মধ্য দিয়া হাইড্রোজেন গ্যাস প্রবাহিত করা হয়।

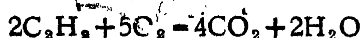
হাইড্রোজেন ও কার্বন প্রত্যক্ষভাবে সংযুক্ত হইয়া অ্যাসিটিলীনে পরিণত হয়।



$$2C + H_2 = C_2H_2$$

ধর্মঃ অ্যাসিটিলীন বর্ণহীন গ্যাস। বিশুদ্ধ অবস্থায় ইহার একটি সুমিষ্ট গন্ধ আছে। কিন্তু নানা অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকায় সাধারণ অ্যাসিটিলীন একটু দুর্গন্ধ হয়। জলে ইহার বেশ দ্রাব্যতা আছে, এবং জলীয় দ্রবণের অ্যাসিড বা ক্ষারকীয় কোনো গুণ নাই।

বাতাস বা অক্সিজেনে ইহা ধূমায়িত উজ্জ্বল শিখাসহ জ্বলিতে থাকে।



$$2C_2H_2 + 5O_2 = 4CO_2 + 2H_2O$$

অক্সিজেনে অ্যাসিটিলীন পুড়িবার সময় শিখার উষ্ণতা প্রায় 3,500° সে.গ্রে. পর্যন্ত হয় বলিয়া **অক্সি-অ্যাসিটিলীন শিখা**, ধাতু জোড়া লাগাইবার কাজে (Welding) ব্যবহৃত হয়।

অক্সিজেন ও অ্যাসিটিলীনের মিশ্রণে অগ্নি সংযোগ করিলে বিস্ফোরণ ঘটে।

ইথিলীন অপেক্ষা অ্যাসিটিলীন আরও বেশী অপরিপৃক্ত। কারণ ইথিলীনে আছে দ্বি-বন্ধ, আর অ্যাসিটিলীনে আছে ত্রি-বন্ধ। ব্রোমিনের সহিত সংযুক্ত হইয়া ইহা সংযোগ-যৌগিক উৎপন্ন করে।



$$C_2H_2 + Br_2 = C_2H_2Br_2$$

অ্যাসিটিলীন ডাই-ব্রোমাইড



$$C_2H_2Br_2 + Br_2 = C_2H_2Br_4$$

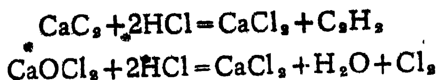
অ্যাসিটিলীন টেট্রাব্রোমাইড

অ্যাসিটিলীনের সহিত ক্লোরিন মিশ্রিত করিলে প্রচুর ধূম উদ্গীরণ সহ অ্যাসিটিলীন জ্বলিতে থাকে, এবং কার্বন ও হাইড্রোজেন ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।



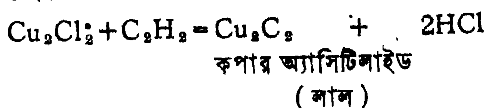
$$C_2H_2 + Cl_2 = 2C + 2HCl$$

পরীক্ষা : একটি পরীক্ষা-নলে কয়েক টুকরা ক্যাল্‌সিয়াম কার্বাইড ও কিছু ব্লীচিং পাউডার লইয়া মিশ্রণটিতে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দাও। ক্যাল্‌সিয়াম কার্বাইড হইতে উৎপন্ন অ্যাসিটিলীন, ব্লীচিং পাউডার হইতে উৎপন্ন ক্লোরিন-গ্যাসে জলিয়া কৃষ্ণধূম উদ্‌গীরণ করিবে।



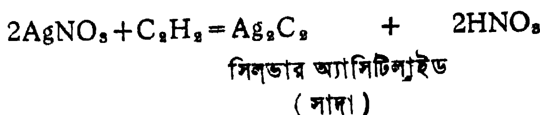
$$CaC_2+2HCl=CaCl_2+C_2H_2$$
$$CaOCl_2+2HCl=CaCl_2+H_2O+Cl_2$$

অ্যামোনিয়া-যুক্ত কিউপ্রাস ক্লোরাইড অথবা সিল্‌ভার নাইট্রেট দ্রবণের মধ্য দিয়া অ্যাসিটিলীন প্রবাহিত করিলে কপার ও সিল্‌ভার অ্যাসিটি-লাইড অধঃক্ষিপ্ত হয়।



$$Cu_2Cl_2+C_2H_2=Cu_2C_2+2HCl$$

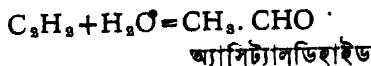
কপার অ্যাসিটিলাইড (লাল)



$$2AgNO_3+C_2H_2=Ag_2C_2+2HNO_3$$

সিল্‌ভার অ্যাসিটিল্যাইড (সাদা)

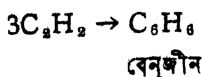
সামান্য মার্‌কিউরিক সাল্‌ফেট-যুক্ত (প্রভাবক) লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের মধ্য দিয়া অ্যাসিটিলীন পরিচালিত করিলে এক অণু জল গ্রহণ করিয়া উহা অ্যাসিট্যাল্‌ডিহাইডে পরিণত হয়।



$$C_2H_2+H_2O=CH_3.CHO$$

অ্যাসিট্যাল্‌ডিহাইড

উত্তপ্ত নলের মধ্য দিয়া অ্যাসিটিলীন গ্যাস প্রবাহিত করিলে তিনটি অ্যাসিটিলীন অণু পরস্পরের সহিত সংযুক্ত হইয়া বেন্‌জীনে (Benzene) পরিণত হয়।



$$3C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$$

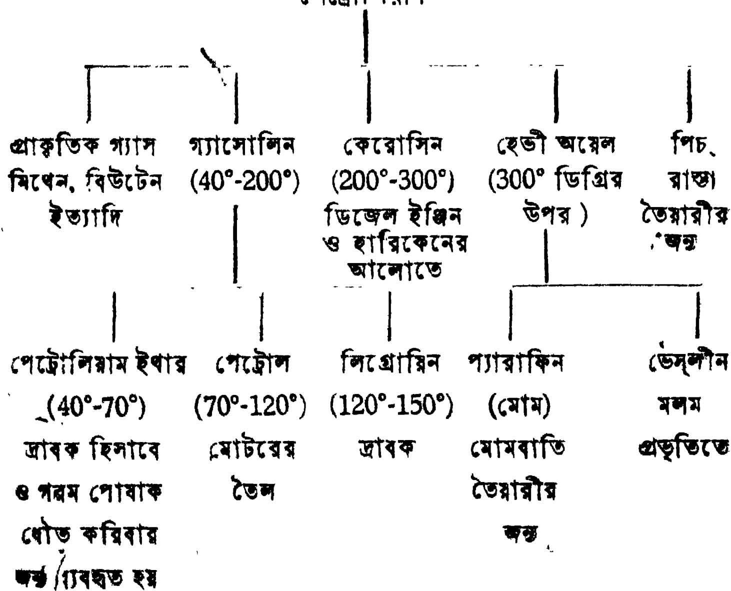
বেন্‌জীন

ব্যবহার : গ্যাস-দীপে আলোক উৎপাদনের জন্য; অক্সি-অ্যাসিটিলীন এবং বিভিন্ন জৈব-যৌগ প্রস্তুতিতে অ্যাসিটিলীন ব্যবহৃত হয়।

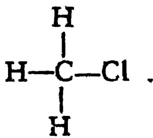
পেট্রোলিয়াম

পেট্রোলিয়াম বা পেট্রোলের মধ্যে সকলপ্রকার হাইড্রোকার্বনই প্রচুর পরিমাণে পাওয়া যায়। পৃথিবীতে মোট উৎপন্ন তৈলের প্রায় দুই-তৃতীয়াংশ আসে আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্র হইতে। অন্যান্য তৈলোৎপাদনকারী দেশের মধ্যে রুমানিয়া, রাশিয়া, মধ্যপ্রাচ্যের ইরান, ইরাক, লেবানন এবং দক্ষিণ আমেরিকার ভেনেজুয়েলা, মেক্সিকো প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য। আমাদের দেশে আসামে কিছু তৈল আছে। পাঞ্জাবের জ্বালামুখীতে এবং পশ্চিম-বঙ্গের নানাস্থানে তৈলের অনুসন্ধান চলিতেছে।

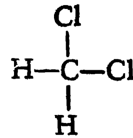
খনিতে যে তৈল পাওয়া যায় অবিশুদ্ধ অবস্থায় তাহা কালো, লাল, বাদামী প্রভৃতি নানা রংএর হয়। ইহাতে নানাজাতীয় হাইড্রোকার্বন থাকে। উহাদের স্ফুটনাঙ্ক বিভিন্ন বলিয়া আংশিক পাতনের সাহায্যে পেট্রোলিয়ামকে নানা অংশে বিভক্ত করা হয়; যথা—



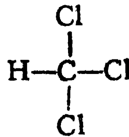
হাইড্রোকার্বন-জাত হ্যালোজেন যৌগ: মেথেন অথবা অন্য কোনো হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি, ক্লোরিন, ব্রোমিন ইত্যাদি হ্যালোজেন পরমাণু কর্তৃক প্রতিস্থাপিত হইলে যে সকল হ্যালোজেনযুক্ত হাইড্রোকার্বন উৎপন্ন হয়, তাহাদের মধ্যে কতকগুলি বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য।



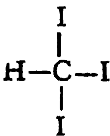
মিথাইল ক্লোরাইড : CH_3Cl
(Methyl Chloride)



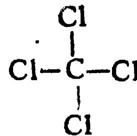
মিথিলীন ক্লোরাইড : CH_2Cl_2
(Methylene Chloride)



ক্লোরোফর্ম : $CHCl_3$
(Chloroform)



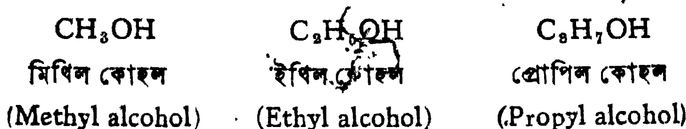
আয়োডোফর্ম : CHI_3
(Iodoform)



কার্বন টেট্রাক্লোরাইড : CCl_4
(Carbon Tetrachloride)

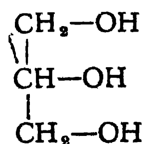
ইহাদের মধ্যে ক্লোরোফর্ম ($CHCl_3$) সংজ্ঞাহারী, এবং আয়োডোফর্ম (CHI_3) জীবাণুনাশক ঔষধ হিসাবে, এবং কার্বন টেট্রাক্লোরাইড (CCl_4) দ্রাবক হিসাবে সুপরিচিত।

কোহল (Alcohols) : কোনো হাইড্রোকার্বনের হাইড্রোজেন পরমাণু হাইড্রক্সিল (OH) মূলক কর্তৃক প্রতিস্থাপিত হইলে যে যৌগ উৎপন্ন হয়, জৈব রসায়নে তাহাই **কোহল** নামে পরিচিত। সুরার মধ্যে যে কোহল থাকে উহা ইথিল কোহল (Ethyl alcohol)। ইথেনের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু, হাইড্রক্সিল মূলক কর্তৃক প্রতিস্থাপিত হইয়া ইহার উদ্ভব হয়। সেইরূপ মিথেন হইতে মিথিল কোহল, প্রোপেন হইতে প্রোপিল কোহল, ইত্যাদি।



CH_3OH	C_2H_5OH	C_3H_7OH
মিথিল কোহল	ইথিল কোহল	প্রোপিল কোহল
(Methyl alcohol)	(Ethyl alcohol)	(Propyl alcohol)

জৈব রসায়ন অনুসারে নিরীহ গ্লিসারিনকে (Glycerine) পর্যন্ত কোহল পর্যায়ভুক্ত করা যায়। ইহার প্রতি অণুতে তিনটি হাইড্রক্সিল মূলক আছে। সেইজন্য ইহাকে **ত্রি-হাইড্রক্সি-কোহল** বলা হয়।



$$\begin{array}{l} CH_2-OH \\ | \\ CH-OH \\ | \\ CH_2-OH \end{array}$$



গ্লিসারিন : $C_3H_8O_3$

(Glycerine)

মিথিল কোহল (Methyl alcohol) : সাধারণত কাঠের অন্তর্ধূম-পাতন দ্বারা মিথিল কোহল প্রস্তুত করা হয়। পাতনকালে গ্রাহক-কুপীতে আলকাতরা ও তাহার উপর একটি **জলীয় স্তর** সঞ্চিত হয়। ইহাকে **পাইরোলিগ্‌নিয়াস অ্যাসিড** বলে। পাইরোলিগ্‌নিয়াস অ্যাসিড পাতিত করিয়া চুনজলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করা হয়। উহাতে অ্যাসিড অংশ (অ্যাসেটিক্ অ্যাসিড) শোষিত হইয়া যায় এবং কোহল ও অ্যাসিটোন (acetone) গ্রাহককুপীতে গিয়া সঞ্চিত হয়।

পরে আংশিক পাতনের সাহায্যে কোহলকে অ্যাসিটোন হইতে পৃথক করা হয়।

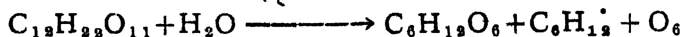
ক্রোমিক্ অক্সাইড (Cr_2O_3) ও জিঙ্ক অক্সাইড (ZnO) প্রভাবকের উপর 300-400° সে. গ্রে. উষ্ণতায় ওয়াটার গ্যাস ($CO+H_2$) পরিচালিত করিলে উহা মিথিল কোহলে পরিণত হয়।



$$CO+2H_2=CH_3OH$$

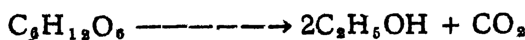
ব্যবহার: দ্রাবক হিসাবে নানাবিধ জৈব-যৌগ প্রস্তুতিতে এবং মোটরগাড়ীর রেডিয়েটারে জলের সহিত মিশাইবার জন্য প্রচুর মিথিল কোহল ব্যবহৃত হয়।

ইথিল কোহল (Ethyl alcohol): সুরাসারের (Yeast) প্রভাবে চিনির রস, গুড় প্রভৃতি গাঁজিয়া সুরা বা ইথিল কোহলে পরিণত হয়। সুরাসার হইতে নির্গত **ইনভারটেজ** (Invertase) নামক একপ্রকার রস প্রথমে ইক্ষু শর্করাকে (Cane-sugar), গ্লুকোজ (Glucose) বা দ্রাক্ষাশর্করায় পরিণত করে। তৎপর **জাইমেজ** (Zymase) নামক আর একপ্রকার রস গ্লুকোজকে সুরায় পরিণত করে।



$$C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O \xrightarrow{\text{ইনভারটেজ}} C_6H_{12}O_6+C_6H_{12}+O_6$$

ইক্ষু-শর্করা (চিনি) → দ্রাক্ষা-শর্করা (Glucose), ফল-শর্করা (Fructose)



$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} 2C_2H_5OH + CO_2$$

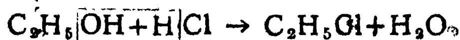
ইথিল কোহল

ক্রিয়াশেষে সুরাসার ছাঁকিয়া লইয়া তরল অংশের পাতন দ্বারা তাহা হইতে ইথিল কোহল প্রস্তুত করা হয়।

রসায়ন-শিল্পে জ্বালানী হিসাবে অথবা (বার্নিশের) দ্রাবক হিসাবে ব্যবহারের জন্য, এই ইথিল কোহলের সহিত শতকরা 10 ভাগ মিথিল কোহল, সামান্য পরিমাণ প্যারাফিন তৈল ইত্যাদি মিশ্রিত করিয়া ইহাকে

পানের অযোগ্য করিয়া দেওয়া হইলে, ইহা মেথিলেটেড স্পিরিট (**Methylated spirit**) নামে পরিচিত হয়।

কোহলের ধর্ম: হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড অথবা ফস্‌ফরাস পেণ্টাক্লোরাইডের সহিত বিক্রিয়ার ফলে কোহলের হাইড্রক্সিল মূলক ক্লোরিন পরমাণু কর্তৃক প্রতিস্থাপিত হইয়া ক্লোরাইডে পরিণত হয়।

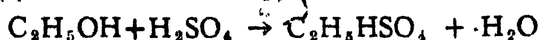


$$C_2H_5OH + HCl \rightarrow C_2H_5Cl + H_2O$$



$$C_2H_5OH + PCl_5 \rightarrow C_2H_5Cl + POCl_3 + HCl$$

সালফিউরিক অ্যাসিডের সহিত ইহা প্রথমে হাইড্রোজেন সাল্‌ফেট গঠন করে।



$$C_2H_5OH + H_2SO_4 \rightarrow C_2H_5HSO_4 + H_2O$$

ইথিল হাইড্রোজেন সাল্‌ফেট

পরে অতিরিক্ত উষ্ণতায় বিযোজিত হইয়া ইহা ইথিলীনে পরিণত হয়।



$$C_2H_5HSO_4 \rightarrow C_2H_4 + H_2SO_4$$

অ্যাসেটিক্, ফর্মিক্ প্রভৃতি জৈব অ্যাসিডের সহিত কোহলের বিক্রিয়ার ফলে এস্টার এবং জল উৎপন্ন হয়।



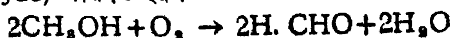
$$CH_3COOH + HOC_2H_5 = CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

ইথিল অ্যাসিটেট

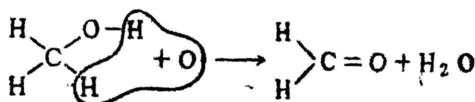
বিক্রিয়াটি অনেকটা অ্যাসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ার মত।

ফর্মালডিহাইড (Formaldehyde)

মিথিল কোহল, বাষ্প ও বাতাসের মিশ্রণকে উত্তপ্ত কপার-তারের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে ইহা জারিত হইয়া ফর্মালডিহাইডে (Formaldehyde) পরিণত হয়।



$$2CH_3OH + O_2 \rightarrow 2H.CHO + 2H_2O$$



ফর্মালডিহাইড তীব্র গন্ধযুক্ত গ্যাস। ফর্মালিন (Formaline) নামে ইহার জলীয় দ্রবণ (শতকরা 40 ভাগ) বীজঘ্ন ঔষধ হিসাবে ব্যবহৃত হয়। ফর্মালডিহাইডের সহিত কার্বলিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া দ্বারা বেকেলাইট (Bakelite) নামক একপ্রকার প্লাস্টিক রজন প্রস্তুত করা হয়।

মিথিল কোহল জারিত করিয়া যেমন ফর্মালডিহাইড পাওয়া যায়, সেইরূপ ইথিল কোহল হইতে পাওয়া যায় অ্যাসিট্যালডিহাইড (CH_3CHO)।



$$2CH_3-CH_2OH + O_2 \rightarrow 2CH_3CHO + 2H_2O$$

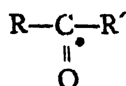
অ্যাসিটিলীন হইতে অ্যাসিট্যালডিহাইড প্রস্তুতির কথা পূর্বেই উল্লেখিত হইয়াছে।

কোহলের বৈশিষ্ট্য যেমন হাইড্রক্সিল ($-OH$) মূলক, অ্যাল-ডিহাইডের বৈশিষ্ট্য সেইরূপ $-\underset{\underset{H}{|}}{C}=O$ মূলক। ইহাদের সাধারণ সংকেত



R−CHO। এখানে R একটি হাইড্রোকার্বন মূলক।

কীটোন (Ketones): অ্যালডিহাইডের হাইড্রোজেনের স্থলে আর একটি হাইড্রোকার্বন মূলক থাকিলে যে যৌগের সৃষ্টি হয় তাহা কীটোন (Ketone) নামে পরিচিত। ইহাদের সাধারণ সংকেত



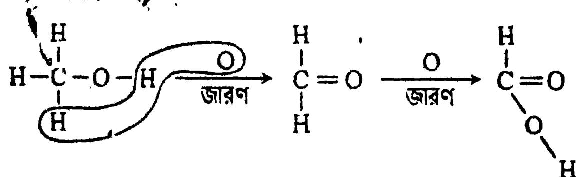
$$R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-R'$$

কীটোনের মধ্যে সর্বাপেক্ষা সুপরিচিত কীটোন হইল অ্যাসিটোন (acetone)। ইহার আণবিক সংকেত, $\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}>C=O$।

অ্যাসিটোন দ্রাবক হিসাবে ব্যবহৃত হয়, এবং কাঠের অন্তর্ধূম-পাতন দ্বারা মিথিল কোহল প্রস্তুতি কালে ইহা পাওয়া যায়।

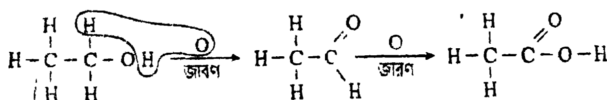
অ্যাসিড: অ্যালডিহাইডকে আরও অধিক জারিত করিলে উহা অ্যাসিডে পরিণত হয়। মিথিল কোহলকে জারিত করিলে প্রথমে

হয় ফর্মালডিহাইড, এবং পরে আরও জারিত করিলে উহা ফর্মিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।



মিথিল কোহল ফর্মাল্‌ডিহাইড ফর্মিক অ্যাসিড

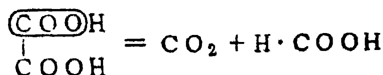
অনুরূপভাবে, ইথিল কোহল অথবা অ্যাসিট্যালডিহাইডকে জারিত করিলে উহা অ্যাসেটিক অ্যাসিডে পরিণত হয়।



ইথিল কোহল অ্যাসিট্যালডিহাইড অ্যাসেটিক অ্যাসিড

ফর্মিক অ্যাসিড (H.COOH) ঃ লাল পিঁপড়ার হুলের মধ্যে এবং বিছুটির মধ্যে ফর্মিক অ্যাসিড থাকে।

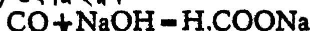
প্রস্তুতি ঃ অক্সালিক অ্যাসিড ও গ্লিসারিনের মিশ্রণকে 100-110°তে উত্তপ্ত করিয়া পাতিত করিলে গ্রাহককুপীতে ফর্মিক অ্যাসিডের দ্রবণ আসিয়া সঞ্চিত হয়।



$$\begin{matrix} COOH \\ | \\ COOH \end{matrix} = CO_2 + H \cdot COOH$$

অক্সালিক
অ্যাসিড

গলিত সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের মধ্য দিয়া উচ্চ চাপে কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস (CO) প্রবাহিত করিলে সোডিয়াম ফর্মেট (H.COONa) উৎপন্ন হয়।



$$CO + NaOH = H.COONa$$

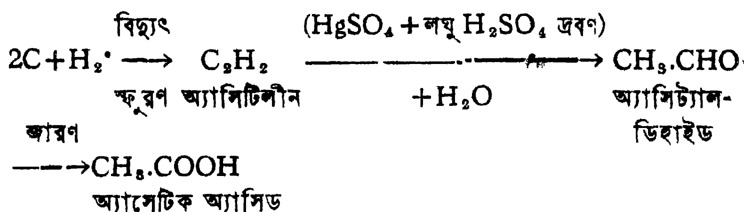
সোডিয়াম ফর্মেট

সোডিয়াম ফর্মেটকে সোডিয়াম বাই-সাল্‌ফেটের সহিত উত্তপ্ত করিয়া পাতিত করিলে নিরুদক ফর্মিক অ্যাসিড গ্রাহককূপীতে আসিয়া সঞ্চিত হয়।

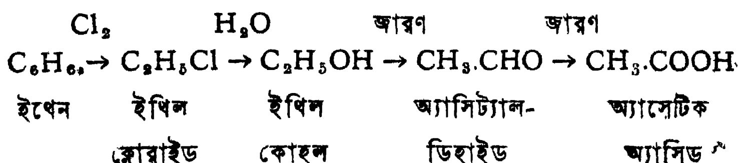
অ্যাসেটিক অ্যাসিড (CH_3COOH) : আচার, স্যালাড প্রভৃতিতে যে **ভিনিগার** (Vinigar) দেওয়া হয় তাহা অ্যাসেটিক অ্যাসিডের লঘু দ্রবণ।

প্রস্তুতি : কাঠের অন্তর্ধূম-পাতন হইতে পাইরোলিগ্‌নিয়াস অ্যাসিড নামক যে জলবৎ তরল পদার্থ পাওয়া যায়, তাহাকে চুনজল দ্বারা প্রশমিত করিয়া শুষ্ক করিলে ক্যাল্‌সিয়াম অ্যাসিটেট অবশিষ্ট থাকে। ক্যাল্‌সিয়াম অ্যাসিটেটকে লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড দ্বারা পাতিত করিলে অ্যাসেটিক অ্যাসিড পাওয়া যায়।

কার্বন ও হাইড্রোজেন হইতে অ্যাসেটিক অ্যাসিড :



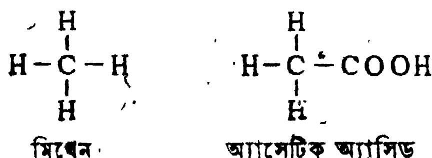
ইথেন (C_2H_6) হইতে অ্যাসেটিক অ্যাসিড :



ফর্মিক, অ্যাসেটিক প্রভৃতি অ্যাসিডগুলি জলে দ্রবণীয়, এবং জলীয় দ্রবণ অ্যাসিড-গুণযুক্ত। ক্ষার দ্বারা প্রশমিত করিলে ইহারা লবণ ও জল উৎপন্ন করে। যেমন, ফর্মিক অ্যাসিড হইতে সোডিয়াম ফর্মেট

(H.COONa), অ্যাসেটিক অ্যাসিড হইতে সোডিয়াম অ্যাসিটেট (CH_3COONa) ইত্যাদি। এখানে লক্ষণীয় যে '–COOH' মূলকস্থিত হাইড্রোজেনটিই কেবল ধাতু কর্তৃক প্রতিস্থাপনীয়, অন্য হাইড্রোজেনগুলি নহে।

হাইড্রোকার্বনের একটি হাইড্রোজেন পরমাণু '–COOH' বা কার্বক্সিল মূলক কর্তৃক প্রতিস্থাপিত হইয়া জৈব অ্যাসিডগুলির উৎপত্তি হয়।



মিথেন অ্যাসেটিক অ্যাসিড

এইরূপে মিথেন পর্যায়ের হাইড্রোকার্বন হইতে আমরা সর্বাপেক্ষা লঘু ফর্মিক অ্যাসিড H.COOH হইতে $C_{33}H_{67}$.COOH অ্যাসিড পর্যন্ত বহু অ্যাসিড পাইয়া থাকি। উচ্চতর অ্যাসিডের মধ্যে পামিটিক ($C_{15}H_{31}COOH$) ও স্টিয়ারিক অ্যাসিড ($C_{17}H_{35}$.COOH) সাবানের উপাদান হিসাবে বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। বস্তুত সাবান এই সমস্ত অ্যাসিডের সোডিয়াম বা পটাসিয়াম লবণ মাত্র।



সাবান = $C_{15}H_{31}COONa$ অথবা $C_{17}H_{35}COONa$

(সোডিয়াম পামিটেট) (সোডিয়াম স্টিয়ারেট)

জৈব অ্যাসিডের মধ্যে নিম্নলিখিত অ্যাসিডগুলি অ্যাসিডরূপে, অথবা ক্যাল্‌সিয়াম বা পটাসিয়াম লবণরূপে নানা গাছপালা ও ফলের মধ্যে পাওয়া যায়।

অক্সালিক অ্যাসিড (Oxalic acid): আমরুল লতায়, এবং ওল, কচু প্রভৃতির মধ্যে ক্যাল্‌সিয়াম লবণ রূপে এই অ্যাসিড থাকে। ইহার মধ্যে প্রতি অণুতে ২টি করিয়া কার্বক্সিল মূলক থাকায় ইহা **দ্বি-ক্ষারী অম্ল।**

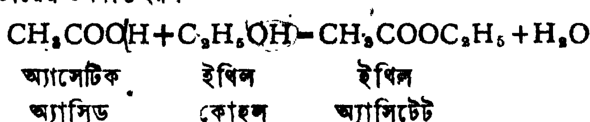
সাইট্রিক অ্যাসিড (Citric acid): লেবু-জাতীয় ফল (কমলা, কাগজী, পাতি-লেবু প্রভৃতি), আনারস প্রভৃতির মধ্যে সাইট্রিক অ্যাসিড থাকে।

টারটারিক অ্যাসিড (Tartaric acid) তেঁতুল, আঙুর প্রভৃতির মধ্যে থাকে।

ম্যালিক অ্যাসিড (Malic acid) আপেল, পেয়ারা, আম প্রভৃতির মধ্যে পাওয়া যায়।

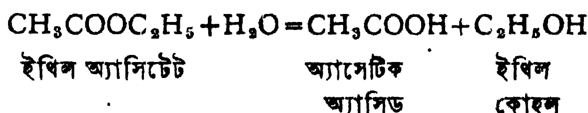
ল্যাকটিক অ্যাসিড (Lactic acid) টক্ দুধ বা দইয়ের মধ্যে থাকে।

এস্টার (Ester) : জৈব অ্যাসিডের সহিত কোহলের বিক্রিয়ার ফলে এস্টারের উৎপত্তি হয়।



$$CH_3COOH + C_2H_5OH = CH_3COOC_2H_5 + H_2O$$

গাঢ় সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড দিলে বিক্রিয়াটি দ্রুত নিষ্পন্ন হয়। আপাতঃদৃষ্টিতে বিক্রিয়াটি অ্যাসিড ও ক্ষারের বিক্রিয়ার মত মনে হইলেও, কোহল ক্ষার-জাতীয় নহে, এবং বিক্রিয়ার পূর্বে কোনো আয়নের (H^+ অথবা OH^-) উৎপত্তি হয় না। এস্টারকে জল অথবা কস্টিক সোডা দ্রবণে ফুটাইলে ইহা আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া পুনরায় এ্যাসিড ও কোহলে পরিণত হয়।



$$CH_3COOC_2H_5 + H_2O = CH_3COOH + C_2H_5OH$$

অনেক এস্টারের খুব সুন্দর গন্ধ আছে। ফুল ও ফলের মিষ্ট গন্ধ উহাদের মধ্যস্থিত কোনো এস্টারের অথবা কতকগুলি এস্টার-মিশ্রণের জন্যই হয়।

(আইসো) অ্যামিল অ্যাসিটেট (Iso amyl acetate, $CH_3COOC_5H_{11}$) : পাকা কলার গন্ধ।

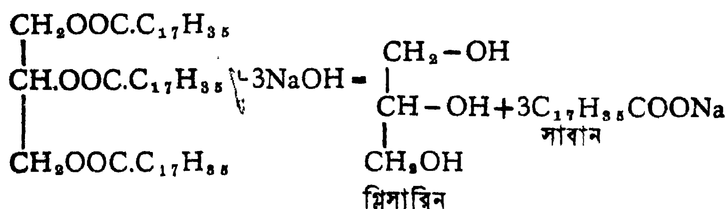
মিথিল বিউটিরেট (Methyl butyrate, $C_3H_7COOCH_3$):— আনারসের গন্ধ।

অক্‌টিল অ্যাসিটেট (Octyl acetate, $CH_3COOC_8H_{17}$) :— কমলালেবুর গন্ধ।

ইথিল নোনিলেট (Ethyl nonylate, $C_8H_{17}COOC_2H_5$) :— গোলাপফুলের গন্ধ।

গ্লিসারিন কোহলজাতীয় পদার্থ বলিয়া ইহার সহিত জৈব অ্যাসিডের ক্রিয়ার ফলেও এস্‌টার উৎপন্ন হয়। প্রকৃতপক্ষে তেল, ঘি, চর্বি ইত্যাদি গ্লিসারিনের সহিত স্টিয়ারিক (Stearic), পামিটিক (Palmitic), অলেয়িক (Oleic) প্রভৃতি জৈব অ্যাসিডের এস্‌টার। সুতরাং, কোনো তৈলকে যখন কস্টিক সোডা দ্রবণে ফুটানো হয়, তখন উহা আর্দ্র-বিশ্লেষিত হইয়া গ্লিসারিন এবং অ্যাসিডের সোডিয়াম লবণে পরিণত হয়।

গ্লিসারিন্‌স্টিয়ারেট + কস্টিক সোডা = সোডিয়াম স্টিয়ারেট + গ্লিসারিন
(উদ্ভিজ্জ তৈল) (সাবান)

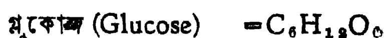


সুতরাং উদ্ভিজ্জতৈল, চর্বি, ইত্যাদিকে কস্টিক সোডা দ্রবণে ফুটাইয়া সাবান প্রস্তুত করা হয়, এবং সাবান প্রস্তুতকালে অতিরিক্ত উৎপন্নদ্রব্য হিসাবে গ্লিসারিন পাওয়া যায়।

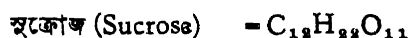
কার্বোহাইড্রেট, সেলুলোজ, স্টার্চ ইত্যাদি :

কার্বোহাইড্রেট (Carbo hydrate) জাতীয় নানা পদার্থের সহিত আমরা সকলেই অল্পবিস্তর পরিচিত। ভাত ও রুটিতে যে স্টার্চ (Starch) থাকে, কাগজ বা কাঠের মধ্যে যে সেলুলোজ (Cellulose) থাকে, ইক্ষু বা আঙুরের মধ্যে যে চিনি থাকে, উহারা সকলেই কার্বোহাইড্রেট শ্রেণীভুক্ত।

কার্বন, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন লইয়া সমস্ত কার্বোহাইড্রেট গঠিত। ইহার প্রতি অণুতে কার্বন পরমাণুর সংখ্যা 6 অথবা 6-এর কোনো গুণিতক হইবে এবং হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের অনুপাত জলের সহিত এক হইবে। নিম্নে কতকগুলি কার্বোহাইড্রেটের নাম ও সংকেত দেওয়া হইল।


গ্লুকোজ (Glucose) $=C_6H_{12}O_6$

(দ্রাক্ষাশর্করা)


সুক্রোজ (Sucrose) $=C_{12}H_{22}O_{11}$

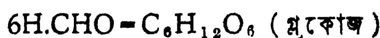
(ইক্ষুশর্করা)

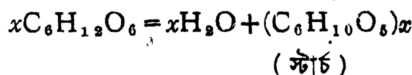

স্টার্চ (Starch) $=(C_6H_{10}O_5)x$


সেলুলোজ (Cellulose) $=(C_6H_{10}O_5)y$

কার্বোহাইড্রেট জাতীয় পদার্থসমূহ উদ্ভিদদেহের মধ্যে প্রস্তুত হয়। উদ্ভিদেরা তাহাদের পাতার সবুজ মিহিকণা বা ক্লোরোফিলের প্রভাবে সূর্যালোকের সাহায্যে বাতাসের CO_2 ও জলীয় বাষ্পকে গ্লুকোজ, স্টার্চ ইত্যাদিতে পরিণত করে।


$$H_2O+CO_2=H.CHO+O_2$$


$$6H.CHO=C_6H_{12}O_6$$ (গ্লুকোজ)

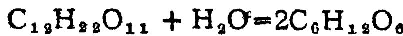

$$xC_6H_{12}O_6=xH_2O+(C_6H_{10}O_5)x$$ (স্টার্চ)

এইরূপে অতি সাধারণ পদার্থকে উহারা জটিল পদার্থে পরিণত করে।

গ্লুকোজ, দ্রাক্ষাশর্করা (Glucose, $C_6H_{12}O_6$)ঃ আঙ্গুরের রসে যে চিনি থাকে, তাহা গ্লুকোজ বা দ্রাক্ষাশর্করা নামে পরিচিত। কার্বোহাইড্রেটের মধ্যে ইহাই সরলতম। রক্তের মধ্যে সামান্য পরিমাণ গ্লুকোজ থাকে।

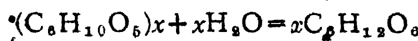
মূত্রের মধ্যে সামান্য গ্লুকোজ দ্রবীভূত থাকে; কিন্তু বহুমূত্র (Diabetes) রোগীর মূত্রে ইহার মাত্রা অত্যন্ত বৃদ্ধি পায়। স্টার্চ অথবা

ইক্ষুশর্করাকে লঘু হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিডে ফুটাইলে উহা গ্লুকোজে পরিণত হয়।



$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2C_6H_{12}O_6$$

ইক্ষুশর্করা গ্লুকোজ



$$(C_6H_{10}O_5)x + xH_2O = xC_6H_{12}O_6$$

স্টার্চ গ্লুকোজ

ঈস্ট বা সুরাসারের প্রভাবে গ্লুকোজ গাঁজিয়া সুরায় (ইথিল্ কোহল) পরিণত হয়। ইক্ষুশর্করা অপেক্ষা ইহার মিষ্টত্ব অনেক কম।

সুক্রোজ, ইক্ষুশর্করা (Sucrose, $C_{12}H_{22}O_{11}$) ঃ ইক্ষু, তাল, খেজুর, বীট প্রভৃতির রস হইতে যে চিনি পাওয়া যায় তাহাই **ইক্ষুশর্করা** নামে পরিচিত। খাদ্য হিসাবে ইহা প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়।

স্টার্চ [Starch, $(C_6H_{10}O_5)x$] ঃ চাউল, যব, গম, আলু, অ্যারারুট, সাগুদানা প্রভৃতির মধ্যে স্টার্চ থাকে। জলে ফুটাইলে ইহা ডেক্সট্রিনে (Dextrin) $(C_6H_{10}O_5)n$ পরিণত হয়। ডেক্সট্রিন স্টার্চ অপেক্ষা দ্রবণীয় এবং সহজপাচ্য।

সেলুলোজ [Cellulose, $(C_6H_{10}O_5)y$] ঃ তুলা, পাট, শন, কাগজ, কাঠ প্রভৃতি সেলুলোজ দ্বারা গঠিত। সেলুলোজের আঁশ বা তন্তুগুলি যখন লম্বা হয় (যেমন তুলা বা পাটে), তখন ইহাদের পাকাইয়া সুতায় পরিণত করিয়া তাহা হইতে বস্ত্র, চট ইত্যাদি বোনা হয়। নানা রাসায়নিক শিল্পে সেলুলোজের ব্যবহার আছে।

কাগজ ঃ ছেঁড়া কাপড়, বাঁশ অথবা কাঠের টুকরা প্রভৃতি হইতে কাগজ প্রস্তুত করা হয়। বাঁশকে টুকরা টুকরা করিয়া কাটিয়া ইহাকে ক্যাল্সিয়াম বাই-সাল্ফাইট [$Ca(HSO_3)_2$] দ্রবণের সহিত উত্তপ্ত করা হয়। ফলে লিগ্নিন (Lignin) নামক যে শক্ত আঠালো বস্তু বাঁশের সেলুলোজ আঁশগুলিকে শক্ত করিয়া ধরিয়া রাখে, তাহা দ্রবীভূত হয় ও সেলুলোজ আঁশগুলি নরম হইয়া যায়। তখন ইহাকে ধৌত করিয়া

ক্লোরিনদ্বারা বিরঞ্জিত করা হয়, এবং তারজালির উপর তুলিয়া ইহার সহিত জিলাটিন, বেরিয়াম সাল্‌ফেট ইত্যাদি দিয়া রোলারের মধ্যে পেষণ করা হয়।

সেলুলোজ নাইট্রেট : সেলুলোজের সহিত গাঢ় নাইট্রিক এবং সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের বিক্রিয়া দ্বারা সেলুলোজ নাইট্রেট প্রস্তুত হয়। গান-কটন (Gun Cotton) নামে ইহা বিস্ফোরক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। কর্ডাইট (Cordite) নামে যে বারুদ ব্যবহৃত হয় তাহাতে থাকে গান-কটন (65 ভাগ), নাইট্রোগ্লিসারিন (30 ভাগ), এবং ভেস্‌লীন (5 ভাগ)।

সেলুলয়েড (Celluloid) : সেলুলোজ নাইট্রেটে, 'নাইট্রো মূলক' অপেক্ষাকৃত কম হইলে তাহার সহিত কর্পূর ও কোহল মিশ্রিত করিয়া কাদার ন্যায় যে নমনীয় পদার্থ পাওয়া যায়, তাহাকে ইচ্ছামত আকার দেওয়া যায়। পরে শুকাইয়া লইলে উহা শক্ত হইয়া যায়। ফোটোগ্রাফীর ফিল্‌ম প্রভৃতি প্রস্তুতির জন্য সেলুলয়েডের ব্যবহার আছে।

কৃত্রিম রেশম : অতিরিক্ত অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইডের সহিত কপার হাইড্রক্সাইডের দ্রবণে সেলুলোজ দ্রবীভূত করিয়া সূক্ষ্ম ছিদ্রপথে সেই দ্রবণ নির্গত হইয়া লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডের মধ্যে প্রবেশ করিলে যে সুতা পাওয়া যায়, তাহা হইতে **রেয়ন** (Rayon) প্রভৃতি কৃত্রিম রেশমজাত বস্ত্রাদি প্রস্তুত হয়।

খাদ্য ও স্বাস্থ্য-সংরক্ষণ

প্রাণীমাত্রেরই স্বাস্থ্যরক্ষা, বৃদ্ধি এবং কর্মশক্তির জন্য প্রয়োজন হয় খাদ্যের। আমরা যে সকল খাদ্য খাইয়া থাকি, তাহাদের মধ্যে নিম্নলিখিত উপাদানগুলি বর্তমান থাকে।

১। কার্বোহাইড্রেট ; ২। প্রোটিন ; ৩। তৈল ; ৪। খনিজ পদার্থ ; ৫। ভিটামিন।

কোনো খাদ্যবস্তুর এক আউন্সে (28.35 গ্রাম্) কোন্ উপাদান কি পরিমাণ আছে, তাহার একটি তালিকা নিম্নে প্রদত্ত হইল।

খাদ্যের নাম	প্রোটিন গ্রাম্	কার্বো-হাইড্রেট গ্রাম্	তৈল গ্রাম্	ক্যাল্-সিয়াম মিলিগ্রাম্	আয়রন্ মিলিগ্রাম্	ভিটামিন
চাউল (কলে-ছাটা)	2·0	22·0	0·1	3	0·3	
চাউল্ (ঢেঁকী-ছাটা)	2·4	22·2	0·2	3	0·8	B_1
মসুর ডাল	7·1	17·0	0·2	37	0·6	
আলু	0·5	6·5	0·1	3	0·2	
বেগুন	0·4	1·8	0·1	60	0·4	
কফি (ফুল)	1·0	1·5	0·1	8	0·4	
কফি (বাঁধা)	0·5	1·8	0·1	8	0·2	
দুধ	0·9	1·4	1·0	34	0·1	
ডিম	3·8	0·2	3·9	20	0·9	A
মাংস (পাঁঠা)	5·3	–	3·8	43	0·7	
পেঁয়াজ (বড়)	0·3	3·3	0·1	50	0·2	
টম্যাটো (পাকা)	0·3	1·1	0·1	3	0·1	A, B_1, C
চীনাবাদাম	7·6	5·8	11·3	14	0·5	$A, B_1 B_2$
কলা	0·4	10·3	0·1	3	0·1	B_1, C
আটা	3·4	20·5	0·5	11	2·0	
মাছ	4·3	–	0·2	–	–	A

কয়লা পুড়িয়া যেমন ইঞ্জিনে শক্তি যোগায়, তেমনি আমাদের গৃহীত খাদ্যের একটি বড় অংশ রক্তের মধ্যে ধীরে ধীরে পুড়িয়া বা অক্সিজেন কর্তৃক জারিত হইয়া শক্তি উৎপাদন করে। একজন পূর্ণবয়স্ক লোকের সাধারণ চলাফেরা বা কাজকর্ম করিতে দৈনিক প্রায় 2,500 হইতে 3,000 কিলো-ক্যালরি তাপশক্তির প্রয়োজন হয়। নিম্নে বিভিন্ন প্রকার খাদ্য-উপাদানের গ্রামপ্রতি ক্যালরি-সংখ্যা প্রদত্ত হইল।

নাম	ক্যালরি-সংখ্যা (Calorific value)
কার্বোহাইড্রেট	4 কিলো-ক্যালরি
প্রোটিন	4 " "
তৈল	9 " "

শরীরের প্রয়োজনীয় দৈনিক 3,000 কিলো-ক্যালরির মধ্যে কার্বোহাইড্রেট জাতীয় খাদ্য হইতেই আমরা প্রায় 2,000 (কিলো-ক্যালরি পাইয়া থাকি। বাকী 1,000-এর মধ্যে 700 কিলো-ক্যালরি আসে তৈল এবং 300 কিলো-ক্যালরি আসে প্রোটিন হইতে।

শক্তি-উৎপাদন ছাড়া শরীর-গঠন ও পুষ্টিসাধনের জন্যও খাদ্যের প্রয়োজন হয়। সুতরাং, 'যেন তেন প্রকারেণ' 3,000 ক্যালরি পূর্ণ করিলেই হইবে না। দৈনিক খাদ্যবরাদ্দের মধ্যে যেন শরীরের প্রয়োজনীয় সমস্ত পদার্থ যথাযথ পরিমাণে থাকে, সেদিকেও লক্ষ্য রাখিতে হইবে। খাদ্য নির্বাচনকালে আর একটি গুরুতর বিষয় সম্বন্ধেও অবহিত থাকা প্রয়োজন ; তাহা খাদ্যের সুপাচ্যতা। কোনো একটি বিশেষ খাদ্য অতিরিক্ত পরিমাণে গ্রহণ করিলে, প্রয়োজনীয় তাপ-শক্তির চাহিদা পূর্ণ হইলেও, তাহাতে পরিপাকশক্তির উপর অত্যধিক চাপ পড়ায় উহা বিকল হইয়া যাইতে পারে। নিম্নে শরীরের মধ্যে বিভিন্ন খাদ্যের পাচন-ক্রিয়া কিভাবে নিষ্পন্ন হয়, তাহার একটি সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দেওয়া হইল।

কার্বোহাইড্রেট ঃ ভাত, রুটি, আলু, চিনি প্রভৃতি কার্বোহাইড্রেট-প্রধান খাদ্য। আমাদের দৈনিক খাদ্যতালিকায় দেড়পোয়া হইতে আধসের পর্যন্ত কার্বোহাইড্রেট থাকা উচিত। কার্বোহাইড্রেট খাদ্যের

পরিপাক-ক্রিয়া প্রথমত মুখ হইতেই শুরু হয়। খাদ্য চিবাইবার সময় মুখে যে লালা নির্গত হয়, তাহার মধ্যে টায়ালিন (Ptyalin) নামক একপ্রকার রস থাকে। টায়ালিন চর্বিত খাদ্যের কিছু অংশ আর্দ্র-বিশ্লেষিত করিয়া শর্করায় পরিণত করে। পাকস্থলী ও ক্লোম যন্ত্র (Pancreas) হইতে নির্গত বিভিন্ন পাচক রসে জীর্ণ হইয়া ইহা গ্লুকোজে পরিণত হয়। অন্ত্রমধ্যস্থ রক্তবাহী জালক (Capillaries) কর্তৃক রক্তস্রোতে নীত হইয়া যকৃতে গিয়া ইহা গ্লাইকোজেন [Glycogen, $(C_6H_{10}O_5)y$]রূপে সঞ্চিত হয়। গ্লাইকোজেনই প্রাণীদেহের সঞ্চিত শক্তির উৎস। প্রয়োজন হইলে ইহা যকৃৎ হইতে মাংসপেশীতে গিয়া সেখানে জারিত হইয়া CO_2 ও জলে পরিণত হয়, এবং তাপ উৎপাদন দ্বারা শক্তি জোগায়। অতিরিক্ত কার্বোহাইড্রেট গ্রহণের ফলে যকৃৎ ও মাংসপেশীর যদি গ্লাইকোজেন বৃদ্ধির উপায় না থাকে, তবে সেই অতিরিক্ত অংশ চর্বিতে পরিণত হয়।

তৈল (Fats)ঃ তেল, ঘি, মাখন প্রভৃতি তৈল-প্রধান খাদ্য। আমাদের দৈনিক খাদ্যতালিকায় প্রায় দেড় ছটাক তৈলজাতীয় খাদ্য থাকা আবশ্যক।

তৈলজাতীয় খাদ্যের পরিপাক হয় ক্ষুদ্রান্ত্রের মধ্যে। সেখানে ক্লোম-রস ও পিত্ত-রস মিলিয়া ইহাকে গ্লিসারিন ও অ্যাসিডে পরিণত করে। পরে শরীরের মধ্যে শোষিত হইয়া ইহা পুনরায় চর্বিতে পরিণত হয় ও জারিত হইয়া শক্তি উৎপাদন করে, অথবা মেদ হিসাবে সঞ্চিত হয়।

প্রোটিন (Protein)ঃ মাছ, মাংস, ডিম, ছানা প্রভৃতি প্রোটিন-প্রধান খাদ্য। সুলভ খাদ্যদ্রব্যের মধ্যে চীনাবাদাম, মসুরডাল ও সয়াবীনে প্রচুর প্রোটিন আছে। শরীরের স্বাভাবিক কর্মক্ষমতা রক্ষা ও মাংসপেশীর গঠনের জন্য একজন পূর্ণবয়স্ক লোকের প্রায় দেড় ছটাক প্রোটিনের প্রয়োজন হয়।

প্রোটিন-পরিপাককালে ইহার জটিল, বৃহৎ অণুগুলি পেপ্‌সিন (Pepsin), ট্রিপ্‌সিন (Trypsin), ইরেপ্‌সিন (Erepsin) ইত্যাদি নানাজাতীয় পাচক-রসে জীর্ণ হইয়া সরল অ্যামিনো অ্যাসিডে পরিণত হয়। পরে রক্তের

মধ্যে এই অ্যামিনো অ্যাসিডগুলির পুনর্বিন্যাস দ্বারা শরীরের প্রয়োজনানুযায়ী মাংসপেশীর নূতন প্রোটিন প্রস্তুত হয়।

খাদ্যের খনিজ পদার্থঃ মানবদেহের মোট ওজনের শতকরা প্রায় 4 ভাগ থাকে ক্যাল্সিয়াম, ফস্ফরাস, ম্যাগ্নেসিয়াম, সোডিয়াম, পটাসিয়াম, ম্যাঙ্গানীজ, সাল্ফার, ক্লোরিন, আয়রন্, আয়োডিন, সিলিকন, ফ্লুওরিন প্রভৃতি খনিজ পদার্থ। রক্তের মধ্যে থাকে আয়রন্, হাড়ে ক্যাল্সিয়াম ও ফস্ফরাস। মস্তিষ্ক ও স্নায়ু গঠনেও ফস্ফরাসের প্রয়োজন হয়। কাঁচা ফলমূল, শাক, দুধ প্রভৃতির মধ্যে ক্যাল্সিয়াম ও ফস্ফরাস পাওয়া যায়। খাদ্যলবণ (NaCl) হইতে প্রাপ্ত ক্লোরাইড দ্বারা পাচকরসের প্রয়োজনীয় হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড প্রস্তুত হয়। ইহার সহিত কিছু আয়োডাইড থাকার ফলে শরীরের আয়োডিন সরবরাহও এই খাদ্যলবণ করিয়া থাকে। শরীরে আয়োডিনের অভাব হইলে গলগণ্ড (Goitre) নামক রোগ হয়।

শরীরের রক্তকণিকা গঠনের জন্য সামান্য কপারেরও প্রয়োজন হয়। ইহার অভাব ঘটিলে রক্তাল্পতা (anæmia) রোগ হইতে পারে। ডিমের হলুদ অংশ, মসুর ডাল, চিংড়ি মাছ প্রভৃতির মধ্যে কপার পাওয়া যায়।

রন্ধনকালে অতিরিক্ত জলে সিদ্ধ করিয়া সেই জল ফেলিয়া দিলে খাদ্যের বহু মূল্যবান্ খনিজপদার্থের অপচয় ঘটে।

ভিটামিনঃ দীর্ঘ গবেষণা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে, খাদ্যের মধ্যে প্রোটিন, কার্বোহাইড্রেট, তৈল এবং সমুদয় খনিজপদার্থ থাকা সত্ত্বেও আরও কতকগুলি পদার্থ আছে, যাহাদের অভাবে শরীরের স্বাভাবিক ক্রিয়া বিকল হইয়া যায়। এমন কি অনেক সময় ইহাদের অভাবে গুরুতর ব্যাধিরও সৃষ্টি হয়। অতি অল্প পরিমাণে থাকিলেও শরীরের উপর ইহাদের ক্রিয়া সুদূরপ্রসারী। ইহাদিগকে **ভিটামিন** বলা হয়। নিম্নে কতকগুলি ভিটামিনের নাম ও উপকারিতার বর্ণনা দেওয়া হইল।

ভিটামিন 'এ'ঃ দুধ, কডলিভার তেল, মাখন, ডিম, টম্যাটো, গাজর প্রভৃতির মধ্যে 'এ' ভিটামিন পাওয়া যায়। ইহার অভাবে দৃষ্টিশক্তি ক্ষীণ হয় এবং অনেক সময় রাত্র্যন্ধতা (night blindness) রোগ হয়।

ভিটামিন 'বি' : এই শ্রেণীতে অনেকগুলি ভিটামিন্ আছে, তজ্জন্য ইহাদের B_1, B_2 ইত্যাদি করিয়া B_6 পর্যন্ত নামকরণ করা হইয়াছে। ইহাদের মধ্যে ভিটামিন B_1 এবং B_2 উভয়েই কার্বোহাইড্রেট খাদ্য পরিপাকে সহায়তা করে, এবং B_1-এর অভাবে বেরি বেরি (Beri beri) নামক রোগ হয়।

ঢেঁকিছাটা চাউল, সয়াবীন, চীনাবাদাম, দুগ্ধ, ডিম, সুরাসার প্রভৃতির মধ্যে বিভিন্ন 'বি'-ভিটামিন পাওয়া যায়।

ভিটামিন 'সি' : স্কার্ভি রোগ (একপ্রকার চর্মরোগ,—পূর্বে সমুদ্রগামী নাবিকদের মধ্যে এই রোগের বিশেষ প্রাচুর্য দেখা যাইত) প্রতিষেধক ; এই ভিটামিন লেবু-জাতীয় ফল, আমলকী ও অন্যান্য নানা ফলের মধ্যে পাওয়া যায়।

ভিটামিন 'ডি' : ইহার অভাবে শরীরে ক্যাল্সিয়াম এবং ফস্ফরাসের শোষণ ভাল হয় না বলিয়া রিকেট্স নামক একপ্রকার হাড়ের ব্যাধি হয়। কডলিভার তেল, মাছ, ডিম, দুধ প্রভৃতির মধ্যে ভিটামিন 'ডি' পাওয়া যায়। খাদ্যদ্রব্য অধিক সিদ্ধ করিলে বা ফুটাইলে ইহা নষ্ট হইয়া যায়।

এতদ্ব্যতীত E, K_1, নিয়াসিন্ (Niacin) প্রভৃতি আরও কতকগুলি ভিটামিন আছে।

এই অধ্যায়ে যে সমস্ত আলোচনা করা হইল, তাহার সাহায্যে তোমরা নিজেদের সামর্থ্যানুযায়ী একটি সুসম খাদ্যতালিকা প্রস্তুত করিতে পারিবে। খাদ্যের মধ্যে কিছুটা সেলুলোজ বা ভূষি-জাতীয় পদার্থ থাকাও প্রয়োজন। ইহাতে কোষ্ঠবদ্ধতা দূর হয় ও কোষ্ঠ পরিষ্কার হয়।

আলকাতরার অন্তর্ধূম-পাতন

কয়লার অন্তর্ধূম-পাতন কালে অতিরিক্ত উৎপন্নদ্রব্য হিসাবে যে কৃষ্ণবর্ণ, সান্দ্র (Viscous) পদার্থ পাওয়া যায়, তাহাকে আলকাতরা বলে। আলকাতরার অন্তর্ধূম-পাতন করিলে পাতিত অংশটিকে চার ভাগে ভাগ করা যায় ; যথা—

১। **লাইট অয়েল** (Light Oil)—80° হইতে 170° উষ্ণতায় সংগৃহীত হয়।

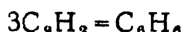
২। **মিড্‌ল্ অয়েল** (Middle Oil)—170° হইতে 230° ডিগ্রির মধ্যে সংগৃহীত হয়।

৩। **হেভী অয়েল** (Heavy Oil)—230° হইতে 270° ডিগ্রির মধ্যে সংগৃহীত হয়।

৪। **গ্রীন্ অয়েল** (Green Oil)—270° হইতে 400° ডিগ্রীর মধ্যে সংগৃহীত হয়।

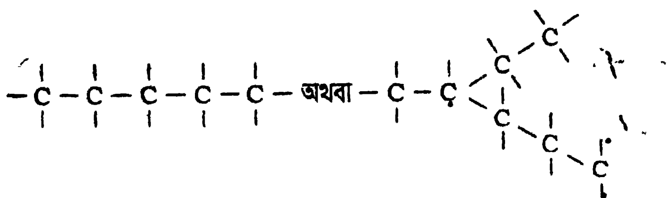
পাতন শেষে যে কৃষ্ণবর্ণ তরল পদার্থ অবশিষ্ট থাকে, শীতল করিলে উহা কঠিন হইয়া যায়। উহাকে 'পিচ্' (Pitch) বলে। রাস্তা তৈয়ারীর জন্য উহা ব্যবহৃত হয়।

লাইট-অয়েলের আংশিকপাতন দ্বারা বেন্‌জীন, টলুয়িন প্রভৃতি এক নূতন শ্রেণীর হাইড্রোকার্বন পাওয়া যায়। বেন্‌জীন এই শ্রেণীর আদিপুরুষ বলিয়া ইহাদের **বেন্‌জীন-পর্যায়ের হাইড্রোকার্বন** বলা যাইতে পারে। বেন্‌জীনের আণবিক সংকেত C_6H_6। তিনটি অ্যাসিটিলীন অণু পরস্পরের সহিত যুক্ত হইয়া বেন্‌জীন উৎপন্ন করিতে পারে—তাহা আমরা পূর্বেই দেখিয়াছি।

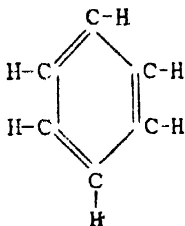


$$3C_2H_2 = C_6H_6$$

কিন্তু, মিথেনজাতীয় বা অন্য হাইড্রোকার্বনের সহিত বেন্‌জীনের আণবিক গঠনে যথেষ্ট পার্থক্য আছে। অন্যান্য হাইড্রোকার্বনের ন্যায় বেন্‌জীনে কার্বন পরমাণুগুলি সরল অথবা শাখান্বিত শৃঙ্খলের আকার গ্রহণ করে না।

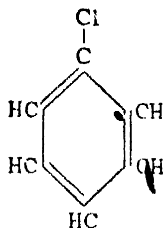


ইহাতে বেন্‌জীন অণুটি চক্রাকারে ঘুরিয়া গিয়া প্রথম কার্বন পরমাণুটি ষষ্ঠ পরমাণুর সহিত সংযুক্ত হওয়ার ফলে এক পরমাণু-চক্রের সৃষ্টি হয়।

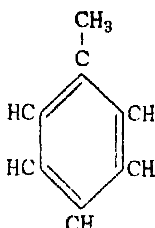


বেন্‌জীন : C_6H_6

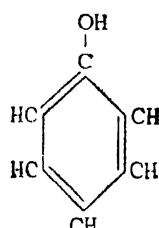
বেন্‌জীন-চক্রের হাইড্রোজেন পরমাণুগুলি বিভিন্ন মূলক কর্তৃক প্রতিস্থাপিত হইয়া বিভিন্ন সমমূলক পর্যায়ের সৃষ্টি করে।



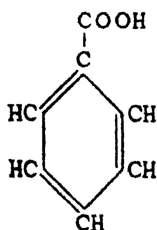
ক্লোরোবেন্‌জীন



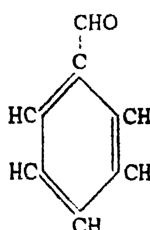
মিথিল-বেন্‌জীন
বা
টলুয়িন



হাইড্রক্সি-বেন্‌জীন
বা
ফেনল (Phenol)



বেন্‌জয়িক অ্যাসিড



বেন্‌জ্যালডিহাইড

বেন্‌জীন ও তদ্‌জাত পদার্থ হইতে ক্রাইজয়ডীন্‌, বিস্‌মার্ক ব্রাউন, প্রভৃতি নানা রং, সাল্‌ফা-জাতীয় নানা ঔষধ, আর্সেনিক-ঘটিত স্যাল্‌ভারসান প্রভৃতি ঔষধ, কার্বলিক অ্যাসিড (ফেনল) প্রভৃতি বীজঘ্ন ঔষধ, ডি. ডি. টি., গামেক্সেন জাতীয় কীটনাশক ঔষধ, পলিস্টাইরিন প্রভৃতি প্লাস্টিক-রজন, এবং টি. এন্‌. টি. জাতীয় বিস্ফোরক প্রভৃতি নানা প্রয়োজনীয় পদার্থ উৎপন্ন হয়।

আলকাতরা

- লাইট্‌ অয়েল (৮০-১৭০°)
    - বেন্‌জীন
    - টলুয়িন
    - জাইলীন
- মিড্‌ল্‌ অয়েল (১৭০-২৩০°)
    - ন্যাপথ্যালিন
    - ফেনল্‌
- হেভী অয়েল (২৩০-২৭০°) বা ক্রিয়োজোট অয়েল
    - (১) ক্রিজল
    - (২) ফেনল্‌
    - (৩) ন্যাপথ্যালিন ইত্যাদি।
- গ্রীন অয়েল (২৭০-৪০০°)
    - ১। অ্যান্‌থ্রাসিন
    - ২। ন্যাপথ্যালিন ইত্যাদি।
- পিচ

দ্বাদশ অধ্যায়

রাসায়নিক গণনা

শতকরা হার হইতে স্থূল-সংকেত ও আণবিক সংকেত নির্ণয় :—

১। কোনো যৌগ বিশ্লেষণ করিয়া তাহাতে বিভিন্ন মৌলের শতকরা হার পাওয়া গেল Cr = 35·36%, O = 38·07%, K = 26·57%। যৌগটির স্থূল-সংকেত নির্ণয় কর। [উ: $K_2Cr_2O_7$]

২। 1·01 গ্রাম্ জিঙ্ক বাতাসে দগ্ধ হইয়া 1·257 গ্রাম্ অক্সাইডে পরিণত হইল। অক্সাইডের স্থূল-সংকেত নির্ণয় কর। [উ: ZnO]

৩। প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় কোনো গ্যাসের 500 সি. সি.র ওজন 0·581 গ্রাম্। গ্যাসটিতে কার্বন 92·24% এবং হাইড্রোজেন 7·76% আছে। ইহার আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। [উ: C_2H_2]

গ্যাসমিতি (Eudiometry)

১। 1 ঘনায়তন মিথেনের (Methane) সহিত 2 ঘনায়তন অক্সিজেনের বিক্রিয়ার ফলে 1 ঘনায়তন কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং 2 ঘনায়তন জলীয় বাষ্প উৎপন্ন হয়। মিথেনের আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

1 ঘনায়তন মিথেন গ্যাস 1 ঘনায়তন CO_2 এবং 2 ঘনায়তন H_2O স্টীম) দেয়।

সুতরাং, অ্যাভোগাড্রো প্রকল্প অনুসারে—

1 অণু মিথেন হইতে 1 অণু CO_2 এবং 2 অণু H_2O পাওয়া যায়।

অর্থাৎ ,, ,, ,, ,, 1 পরমাণু কার্বন এবং 4 পরমাণু হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

অতএব, মিথেনের আণবিক সংকেত CH_4.

২। কোনো গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের 10 সি. সি., 30 সি. সি. অক্সিজেনে সম্পূর্ণ পুড়িয়া 20 সি. সি. CO_2 উৎপন্ন করে। হাইড্রোকার্বনটির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। [উ: C_2H_4]

৩। কোনো গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের 15 সি. সি.র সহিত 50 সি. সি. অক্সিজেন মিশ্রিত করিয়া বিদ্যুৎস্ফুলিঙ্গের সাহায্যে হাইড্রোকার্বনটি পোড়ানো হয়। বিক্রিয়া শেষে শীতল অবস্থায় দেখা যায় উহার আয়তন 30 সি. সি. হ্রাস পাইয়াছে। উহার মধ্যে কষ্টিক সোডা টুকরা দেওয়াতে আয়তন আরও 15 সি. সি. হ্রাস পায়। গ্যাসটির আণবিক সংকেত বল।

উত্তর: কস্টিক সোডা দেওয়ার পর যে সঙ্কোচন তাহা CO_2-এর জন্য। অতএব, 15 সি. সি. গ্যাস হইতে 15 সি সি. CO_2 পাওয়া যায়।

গ্যাস হইতে প্রাপ্ত হাইড্রোজেনের পরিমাণ জানা যাইবে, যদি কত সি. সি. অক্সিজেন হাইড্রোজেনের সহিত সংযুক্ত হইয়াছে তাহা জানা যায়।

হাইড্রোকার্বনের আয়তন + মোট অক্সিজেনের আয়তন
= ১ম আয়তন-সঙ্কোচন + ২য় আয়তন-সঙ্কোচন + অব্যবহৃত অক্সিজেন,

অতএব, ১ম সঙ্কোচন + ২য় সঙ্কোচন − হাইড্রোকার্বনের আয়তন
= ব্যয়িত অক্সিজেন;

30 + 15 − 15 = ব্যয়িত অক্সিজেন = 30 সি. সি.।

কিন্তু, ইহার মধ্যে 15 সি. সি. অক্সিজেন 15 সি. সি. CO_2-এর সহিত সংযুক্ত। কারণ, **যে কোনো পরিমাণ CO_2 উহার সমায়তন অক্সিজেন হইতে উদ্ভূত।**

অতএব, 30 − 15 = 15 সি. সি. অক্সিজেন সংযুক্ত হইয়াছিল 30 সি. সি. হাইড্রোজেনের সহিত। কারণ যত অক্সিজেন থাকে, জল সৃষ্টি করিতে তাহার দ্বিগুণ-আয়তন হাইড্রোজেন লাগে, এবং মোট অক্সিজেনের একাংশ CO_2 এবং অপরাংশ জল গঠন করে।

সুতরাং, 15 সি. সি. হাইড্রোকার্বন হইতে 15 সি. সি. CO_2 এবং 30 সি. সি. হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

অতএব, 1 অণু হাইড্রোকার্বন হইতে 1 অণু CO_2 এবং 2 অণু H_2 পাওয়া যায়
অথবা „ „ „ „ 1 পরমাণু কার্বন এবং 4 পরমাণু হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

অতএব, হাইড্রোকার্বনের আণবিক সংকেত CH_4।

৪। কোনো গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের 20 সি.সি. 150 সি সি. অক্সিজেন কর্তৃক **সম্পূর্ণ** জারিত হওয়ার পর গ্যাসমান যন্ত্রটি শীতল করিয়া দেখা গেল যে, গ্যাসের আয়তন 50 সি.সি. হ্রাস পাইয়াছে। হাইড্রোকার্বনটির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর।

[সমাধানের ইঙ্গিত: জারিত হওয়ার ফলে গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বন ও অক্সিজেন অপসারিত হইয়া CO_2 এবং H_2Oতে (জল) পরিণত হইয়াছে।

সুতরাং, 50 সি.সি. = হাইড্রোকার্বনের আয়তন + অক্সিজেনের যে অংশ জলে পরিণত হইয়াছে তাহার আয়তন।

অতএব, $50 = 20 + x$ [x = অক্সিজেনের যে অংশ জলে পরিণত হইয়াছে।]

সুতরাং, $x = 30$ সি.সি.

অতএব, $150 - 30 = 120$ সি.সি. অক্সিজেন CO_2-এ পরিণত হইয়াছিল।

30 সি.সি. অক্সিজেনকে জলে পরিণত করিতে 60 সি.সি. হাইড্রোজেন লাগিয়াছিল।

সুতরাং, 20 সি.সি. হাইড্রোকার্বন হইতে 120 সি.সি. CO_2 এবং 60 সি.সি. H_2 পাওয়া যায়।

অতএব, 1 অণু হাইড্রোকার্বন হইতে 6 অণু CO_2 এবং 3 অণু হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

সুতরাং „ „ „ „ 6 পরমাণু কার্বন এবং 6 পরমাণু হাইড্রোজেন পাওয়া যায়।

অর্থাৎ, ইহার আণবিক সংকেত C_6H_6]

৫। কোনো গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বনের 20 সি.সি. অতিরিক্ত অক্সিজেন দ্বারা জারিত করার ফলে আয়তন 30 সি.সি. হ্রাস পাইল। কস্টিক পটাস দেওয়ার পর আয়তন আরও 40 সি সি. হ্রাস পাইল। হাইড্রোকার্বনটির আণবিক সংকেত বল। [উত্তর : C_2H_2]

৬। এক লিটার CO এবং CO_2 গ্যাসের মিশ্রণকে লোহিত-তপ্ত অঙ্গারের উপর দিয়া প্রবাহিত করিলে গ্যাসের আয়তন 1600 সি.সি. হইল। আয়তন পরিমাপ একই অবস্থায় করা হইয়া থাকিলে গ্যাস-মিশ্রণে শতকরা কত ভাগ CO_2 ছিল, বল। [উত্তর : 60%]

৭। কোনো গ্যাসমান যন্ত্রে 12 সি.সি. গ্যাসীয় হাইড্রোকার্বন এবং 90 সি.সি. অক্সিজেনের একটি মিশ্রণের মধ্যে বিদ্যুৎস্ফুলিঙ্গ পরিচালনার পর যন্ত্রটি শীতল করিয়া দেখা গেল গ্যাসের আয়তন হইয়াছে 72 সি.সি.। কস্টিক পটাস দেওয়ার পর আয়তন আরও 36 সি.সি. হ্রাস পাইল। হাইড্রোকার্বনটির আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। [উত্তর : C_3H_6]

রাসায়নিক সমীকরণসংক্রান্ত গণনা

১। একটি পর্সেলীন মুচিতে এক টুকরা ম্যাগনেসিয়াম তার লইয়া মুচির ওজন স্থির না হওয়া পর্যন্ত তাহাকে উত্তপ্ত করিয়া উৎপন্ন MgO-এর ওজন হইল 0·675 গ্রাম্। কত গ্রাম্ ম্যাগনেসিয়াম ব্যবহৃত হইয়াছিল ?

[উত্তর : 0·405 গ্রাম্]

২। কতখানি (ওজন) সীস-সিন্দূর (Red lead : Pb_3O_4) উত্তপ্ত করিলে 3 গ্রাম্ অক্সিজেন পাওয়া যাইবে, এবং কতখানি মুদ্রা-শঙ্খ (Litharge : PbO) অবশিষ্ট থাকিবে ? [উত্তর : 128·4 ; 125·4 গ্রাম্]

৩। 0·3 গ্রাম্ হাইড্রোজেন উৎপাদনের জন্য জিঙ্ক এবং সালফিউরিক অ্যাসিড প্রত্যেকটি কত গ্রাম্ লাগিবে ? [উত্তর : জিঙ্ক = 9·75 গ্রাম্ ; H_2SO_4 = 14·7 গ্রাম্]

৪। উত্তপ্ত ফেরাস্ অক্সাইডের উপর হাইড্রোজেন প্রবাহিত করিয়া 0·24 গ্রাম্ জল (স্টীম) উৎপন্ন হইল। উক্ত বিক্রিয়ার ফলে কত গ্রাম্ বিশুদ্ধ লৌহ উৎপন্ন হইয়াছিল ? [উত্তর : 0·7466 গ্রাম্]

৫। 10 গ্রাম্ লোহিত-তপ্ত লৌহের উপর স্টীম প্রবাহিত করিলে,

কত গ্রাম্ ফেরসোফেরিক্ অক্সাইড (Fe_3O_4) উৎপন্ন হইবে এবং তাহার ফলে কত গ্রাম্ স্টীম বিযোজিত হইবে ?

[উত্তর : Fe_3O_4 = 13·81 গ্রাম্ ; স্টীম = 4·283 গ্রাম্]

৬। 144 গ্রাম্ পটাসিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$) উত্তপ্ত করিয়া কত গ্রাম্ অক্সিজেন পাওয়া যাইবে বল। [উ: 56·41 গ্রাম্]

৭। কত মণ চুনাপাথর ($CaCO_3$) উত্তপ্ত করিলে 30 মণ চুন (CaO) পাওয়া যাইবে ? [উ:. 53·56 মণ]

৮। 12 গ্রাম্ জিঙ্ক সম্পূর্ণ দ্রবীভূত করিতে শতকরা 10 ভাগ লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড কত গ্রাম্ লাগিবে ? এই দ্রবণ হইতে কত গ্রাম্ শ্বেত-ভিট্রিয়ল ($ZnSO_4, 7H_2O$) পাওয়া যাইবে ?

[উ: 180 গ্রাম্ ; 52·99 গ্রাম্]

৯। 5 পাউণ্ড কপার অক্সাইড (CuO) লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে কত পাউণ্ড নীল-ভিট্রিয়ল ($CuSO_4, 5H_2O$) পাওয়া যাইবে ? [উ: 15·7 পাউণ্ড]

১০। প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় নিম্নলিখিত গ্যাসগুলির আয়তন বল :—

(ক) 11 গ্রাম্ CO_2 (ঘ) 112 গ্রাম্ N_2

(খ) 17 গ্রাম্ NH_3 (ঙ) 8 গ্রাম্ CO

(গ) 16 গ্রাম্ O_2 (চ) 7·1 গ্রাম্ Cl_2।

[সমাধান-ইঙ্গিত :—যে কোনো গ্যাসের 1 গ্রাম্-অণুর আয়তন (প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায়) 22·4 লিটার।]

১১। 112·5 গ্রাম্ পটাসিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$) উত্তপ্ত করিয়া প্রাপ্ত অক্সিজেনের আয়তন প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় কত হইবে ?

[উ: 30·8 লিটার]

১২। কত গ্রাম্ ম্যাগ্‌নেসিয়াম লঘু সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিডে দ্রবীভূত করিলে প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় 400 সি.সি. হাইড্রোজেন পাওয়া যাইবে ?

[উ: 0·429 গ্রাম্]

১৩। 720 মি.মি. চাপ এবং 15° সে. গ্রে. উষ্ণতায় পরিমিত 40 ঘনফুট কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস (CO_2), লোহিত-তপ্ত অঙ্গারের উপর দিয়া প্রবাহিত করিয়া যে কার্বন-মনোক্সাইড উৎপন্ন হইল, একই চাপ ও উষ্ণতায় তাহার আয়তন কত? [উত্তর : 80 ঘনফুট]

১৪। 12° সে. গ্রে. উষ্ণতা ও 749 মি.মি. চাপে পরিমিত 50 সি.সি. H_2S গ্যাস লেড নাইট্রেট [$(Pb(NO_3)_2$] দ্রবণের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করিলে কত গ্রাম্ লেড সাল্ফাইড (PbS) অধঃক্ষিপ্ত হইবে?

[উত্তর : 0·5 গ্রাম্]

১৫। নিরুদক সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) এবং বাই-কার্বনেট ($NaHCO_3$) মিশ্রণের 3 গ্রাম্ উত্তপ্ত করার ফলে উহার ওজন 0·348 গ্রাম্ হ্রাস পাইল; মিশ্রণে সোডিয়াম কার্বনেটের শতকরা হার নির্ণয় কর।

[উত্তর : 68·6%]

অম্লমিতি ও ক্ষারমিতি

১। 125 সি.সি. NHCl দ্রবণের সহিত মার্বেলের বিক্রিয়া দ্বারা প্রাপ্ত CO_2-এর আয়তন প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় কত হইবে বল।

[উত্তর : 1·4 লিটার]

২। অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) ও কস্টিক সোডার (NaOH) বিক্রিয়া দ্বারা প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় 200 সি.সি. শুষ্ক অ্যামোনিয়া গ্যাস (NH_3) প্রস্তুত করিতে, N কস্টিক সোডা দ্রবণের কতখানি (আয়তন) লাগিবে? [উত্তর : 8·9 সি.সি.]

৩। একটি ক্ষার-দ্রবণের 25 সি.সি. সম্পূর্ণ প্রশমিত করিতে 0·75 (N) অ্যাসিড দ্রবণের 8 সি.সি. এবং 0·8 N অ্যাসিড দ্রবণের 15 সি.সি. লাগিল। ক্ষার-দ্রবণের শক্তি নির্ণয় কর। [উত্তর : 0·72N]

৪। নিরুদক সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) এবং পটাসিয়াম কার্বনেট (K_2CO_3) মিশ্রণের 1 গ্রাম্ সম্পূর্ণ প্রশমিত করিতে

1·23 $\left(\frac{N}{5}\right)$ সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড দ্রবণের 66·1 সি.সি. লাগে। মিশ্রণে কার্বনেট দুইটির শতকরা হার নির্ণয় কর।

[উত্তর : Na_2CO_3 = 40% ; K_2CO_3 = 60%]

[**সমাধান ইঙ্গিত :**

66·1 সি.সি. 1·23$\left(\frac{N}{5}\right)$ সাল্‌ফিউরিক অ্যাসিড

$= \frac{66·1 \times 1·23}{5}$ সি.সি. (N) অ্যাসিড

$\frac{66·1 \times 1·23}{5}$ সি.সি. (N) অ্যাসিডে $\frac{66·1 \times 1·23}{5} \times \frac{1}{1000}$

= 0·0813 গ্রাম্ তুল্যাঙ্ক অ্যাসিড থাকিবে।

মনে কর, কার্বনেট মিশ্রণে x গ্রাম্ Na_2CO_3 এবং y গ্রাম্ K_2CO_3 আছে,

অতএব, $\frac{x}{53} + \frac{y}{69} = 0·0813$ [Na_2CO_3-র তুল্যাঙ্ক ওজন = 53

এবং $x + y = 1$ K_2CO_3-র ,, ,, = 69]

এই দুইটি সহসমীকরণ সমাধান করিলে x এবং y-এর পরিমাণ জানা যাইবে]

৫। 1·2 গ্রাম্ বালুযুক্ত (SiO_2) চুনাপাথর ($CaCO_3$) সম্পূর্ণ দ্রবীভূত করিতে 10·85 সি.সি. 2N হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড লাগিল। চুনাপাথরে বালুর শতকরা হার নির্ণয় কর। [উত্তর : 9·6%]

EXERCISES

Complete and balance the following equations. Where there is no reaction write 'N. R.'

1. $NaClO_3$ + heat =
2. K_2SO_4 + ,, =
3. $NaNO_3$ + ,, =
4. $Cu(NO_3)_2$ + ,, =
5. HgO + ,, =
6. CaO + ,, =
7. $Fe + O_2$ =
8. $CaO + H_2O$ =
9. $P_2O_5 + H_2O$ =
10. $Na + H_2O$ =
11. $Mg + H_2O$ (steam) =
12. $Cu + H_2O$ (steam) =
13. $Zn + H_2O$ (steam) =
14. $Fe + H_2O$ (steam) =
15. $Fe + HCl$ =
16. $Hg + HCl$ =
17. $H_2 + CuO$ =
18. $H_2 + CaO$ =
19. $H_2 + ZnO$ =
20. $Zn + CuSO_4$ =
21. C (red hot) + H_2O (steam)
22. $Zn + NaOH$ =
23. $Al + KOH$ =
24. $BaO_2 + H_2CO_3$ =
25. $O_3 + KI + H_2O$ =
26. $CuBr_2 + H_2SO_4$ =
27. $ZnI_2 + H_2SO_4$ =
28. $NaCl + H_2SO_4$ (heated) =
29. $AlCl_3 + H_2SO_4$ =
30. $PBr_3 + H_2O$ =
31. $PI_3 + H_2O$ =
32. $MnO_2 + HCl$ =
33. $KMnO_4 + HCl$ =
34. $K_2Cr_2O_7 + HCl$ =
35. $SiO_2 + HF$ =
36. $Cl_2 + CaI_2$ =
37. $Br_2 + NaI$ =
38. $Br_2 + ZnCl_2$ =
39. $Cl_2 + NaOH$ (cold) =
40. $Cl_2 + NaOH$ (warm) =
41. $Cl_2 + H_2S$ =
42. $Cl_2 + Ca(OH)_2$ (dry) =
43. $CuSO_4 + NaOH$ =
44. $AgNO_3 + NaOH$ =
45. $HgCl_2 + NaOH$ =
46. $Cu(OH)_2$ + heat =
47. $NaOH$ + heat =
48. $Al(OH)_3 + NaOH$ =
49. $AlCl_3 + NaOH$ (excess.) =
50. $Pb + AgNO_3$ =
51. $AlCl_3 + Na_2CO_3$ (soln.) =
52. $H_2S + Br_2$ =
53. H_2SO_4 (warm) + Cu =
54. H_2SO_4 (conc.) + $C_{12}H_{22}O_{11}$ (sugar) =
55. $NH_4Cl + Na + NO_2$ =

56. $Mg+N_2$	=	62. $P+HNO_3$ (conc.)	=
57. $Mg_3N_2+H_2O$	=	63. $NaHCO_3$+heat	=
58. $NH_4OH+AlCl_3$	=	64 $ZnCO_3$+heat	=
59. $CuSO_4+NH_4OH$(excess)	=	65 $Ca(OH)_2+C_2$ (excess.)	=
60. NH_4+NO_3+heat	=	66. CO_2+Mg+heat	=
61. $C+HNO_3$ (conc.)	=	67. CO_2+C+heat	=

———